

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. J. Hering

EINE VERSUCHSANORDNUNG ZUR ERFASSUNG VON KÜNSTLICH ERZEUGTEN PHONATIONSÄNDERUNGEN IM LANGZEITVERSUCH

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

DIRK ZUMBANSEN
aus Bielefeld

Marburg/Lahn 1976

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Marburg

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. J. Hering

EINE VERSUCHSANORDNUNG ZUR ERFASSUNG VON KÜNSTLICH ERZEUGTEN PHONATIONSÄNDERUNGEN IM LANGZEITVERSUCH

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
dem Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

DIRK ZUMBANSEN
aus Bielefeld

Marburg/Lahn 1976

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg (Lahn)



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg an der Lahn
am 23. 1. 1976

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan: Prof. Dr. med. H. O E P E N

Referent: Prof. Dr. med. dent. H. S C H N E L L

1. Correferent: Prof. Dr. med. L. W E L G E - L Ü S S E N

2. Correferent: Prof. Dr. phil. J. G Ö S C H E L

Meinen lieben Eltern

gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552328_0028

Inhaltsverzeichnis

EINE VERSUCHSANORDNUNG ZUR ERFASSUNG VON KÜNSTLICH ERZEUGTEN PHONATIONSÄNDERUNGEN IM LANGZEITVERSUCH

Seite

A	Einleitung	1
I	Literaturübersicht	1
1.	Anatomie des menschlichen Gaumens	1
2.	Physiologie der Sprachlautbildung	1
3.	Bisherige Versuche im Rahmen der Herstellung eines Modelles der Adaption der Mandibula an künstliche okklusale Interferenzen	2
II	Hinführung zum Problem	4
B	Hauptteil	6
I	Versuchsanordnung	6
1.	Versuchsanordnung zur Studie der symmetrischen Ausbildung des Gaumendaches	6
a)	Symmetriemessungen mit dem Symmetrographen nach G. K O R K H A U S an Oberkiefermodellen	7
b)	Versuchsanordnung für die Symmetriemessungen an menschlichen Gaumen anhand von Photographien der Ausgüsse von Oberkiefermodellen mittels eines hierzu konstruierten Gerätes	8

2.	Versuchsanordnung zur Beeinflussung der Lautbildung	11
a)	Die verschiedenen Werkstoffe	16
aa)	Die Fixationsdrähte	16
ab)	Die künstlichen Verdickungen auf der Oberkiefer-Schleimhaut	17
b)	Die Probanden	19
ba)	Die Auswahl der Probanden	19
bb)	Die Beschreibung der Probanden	20
c)	Die Versuchsbedingungen	24
d)	Die Versuchszeiten	24
e)	Der Versuchsort	25
f)	Die Meßapparate	25
fa)	Die Mikrometerschraube	25
fb)	Das Tonaufnahmegerät	25
fc)	Der Sonagraph	26
II	Durchführung der Versuche	29
1.	Durchführung der Versuche zur Studie der symmetrischen Ausbildung des Gaumendaches	29
a)	Symmetriemessungen mit dem Symmetrographen nach G . K O R K H A U S an Oberkiefer-Modellen	29
aa)	Die Modelle	29
ab)	Das Justieren der Modelle	29
ac)	Die Versuchsprotokolle	30
ad)	Das Zeichnen der Gaumenkurven	30
ae)	Vorbereitende Maßnahmen zur Auswertung der Gaumenkurven	31
b)	Symmetriemessungen am menschlichen Gaumen anhand von Photographien von Ausgüssen der Oberkiefer-Modelle mittels eines hierzu konstruierten Gerätes	33

2.	Durchführung der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung	34
a)	Die Aufgliederung der Versuchsreihen	34
b)	Der Ablauf der Versuche	34
c)	Die Gaumeneinsätze	35
ca)	Grundmuster	35
cb)	Variationen	36
d)	Die Testwörterlisten	37
e)	Die Versuchsprotokolle	39
f)	Das Abhören der Tonbänder	39
g)	Vorbemerkungen zu den Protokollen der auditiven Auswertung	41
h)	Vorbemerkungen zur Auswertung der Sonagramme	43
i)	Die optisch-qualitative Methode zur Auswertung der Sonagramme	46
k)	Die optisch-quantitative Methode zur Auswertung der Sonagramme	46
III	V Versuchsergebnisse	49
1.	V Versuchsergebnisse der Studie der symmetrischen Ausbildung des Gaumendaches	49
a)	V Versuchsergebnisse der Untersuchungen mit dem Symmetrographen nach G . K O R K H A U S an Oberkiefermodellen	49
b)	V Versuchsergebnisse der Symmetriemessungen am menschlichen Gaumen anhand von Photographien von Ausgüssen der Oberkiefermodelle mittels eines hierzu konstruierten Gerätes	54
2.	V Ergebnisse der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung	58
a)	V Die Ergebnisse der Protokolle der auditiven Auswertung	58
aa)	V Die Ergebnisse der Versuche nach Testwortlisten A und B	58
ab)	V Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Minimal-Schichtstärken	69
ac)	V Die Zusammenfassung der Ergebnisse der auditiven Auswertung	70

b)	Die Ergebnisse der optisch-qualitativen Methode zur Auswertung der Sonagramme	71
ba)	Die Ergebnisse bei den Probanden 1 und 2	71
bb)	Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Minimal-Schichtstärken	74
c)	Die Ergebnisse der optisch-quantitativen Methode zur Auswertung der Sonagramme	79
ca)	Die Ergebnisse der Versuche nach Testwortlisten A und B	81
cb)	Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Minimal-Schichtstärken	97
cc)	Die Zusammenfassung der Ergebnisse	99
IV	Diskussion	100
1.	Diskussion der Ergebnisse der Symmetriemessungen nach G . K O R K H A U S	100
2.	Diskussion der Ergebnisse der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung	102
a)	Die Ergebnisse der Probanden 1 und 2	102
b)	Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Minimal-Schichtstärken	102
c)	Die Ergebnisse der Versuche nach Testwortlisten A und B	103
3.	Diskussion über den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Symmetriemessungen nach G . K O R K H A U S und den Ergebnissen der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung	106
4.	Die Gaumeneinsätze für den Langzeittest	107
5.	Die im Langzeittest zu untersuchenden Laute	107
6.	Klinische Nutzanwendung	108

Seite

C	Zusammenfassung	109
D	Literaturverzeichnis	112
E	Anhang	118

EINE VERSUCHSANORDNUNG ZUR ERFASSUNG VON
KÜNSTLICH ERZEUGTEN PHONATIONSÄNDERUNGEN
IM LANGZEITVERSUCH

A. Einleitung

I. Literaturübersicht

1. Die Anatomie des menschlichen Gaumens

Da die Anatomie des menschlichen Gaumens in den Lehrbüchern der Anatomie nachzulesen ist, sei hier nicht näher darauf eingegangen.

2. Die Physiologie der Sprachlautbildung

Die Bildung von menschlichen Sprachlauten ist ein komplizierter Vorgang, der im allgemeinen das Zusammenspiel von drei Organen und Organsystemen verlangt: dem Atmungssystem, dem Kehlkopf und dem Ansatzrohr mit Kaumuskulatur und Kiefergelenk. Da dieses Zusammenspiel in den Lehrbüchern der Phonetik nachgeschlagen werden kann, soll hier nur kurz auf die Funktion des Gaumens als Sprechorgan im menschlichen Ansatzrohre eingegangen werden.

Der Gaumen trennt zwei der drei Räume des Ansatzrohres voneinander: den Nasenraum und die Mundhöhle, und bildet so die obere Begrenzung des für die Lautbildung wichtigsten Teiles, der Mundhöhle (H. - H. W Ä N G L E R) .

Der harte Gaumen mit Alveolarfortsatz und Zähnen bildet als passives Widerlager die Artikulations-

stelle der Zunge für bestimmte Laute. Die Gaumenfalten dienen der Zunge als Orientierungshilfen (E . H A U S S E R) .

Der weiche Gaumen als vordere muskuläre Fortsetzung des Gaumensegels, das wie ein Klappenventil die Passage des Luftstromes im Dreierweg Rachenraum - Mundraum - Nasenraum regelt (H . - H . W Ä N G L E R) , ist bei diesen Funktionsbewegungen mitbeteiligt, z.B. dem Verschuß des Nasenraumes bei den Explosivlauten.

In diesem Zusammenhang möchten wir auf zwei Teile des menschlichen Kauorgans, die ebenfalls zu den Sprechwerkzeugen gehören, aber in den Lehrbüchern der Phonetik im Gegensatz zur Zunge relativ wenig Beachtung finden, hinweisen: das Kiefergelenk und die Kaumuskulatur. Die Bedeutung dieser beiden Teile erkennt man, wenn man sich die Bildung des langen, hinteren [a] bei weit geöffnetem Mund vor Augen führt.

3. Bisherige Versuche im Rahmen der Herstellung eines Modelles der Adaption der Mandibula an künstliche okklusale Interferenzen

H . S C H N E L L und Mitarbeiter (P . G R O S S - M A N N , B . H E R Z O G , D . W E R K) untersuchten das Problem der Adaption der menschlichen Mandibula und des gesamten Kauorgans unter dem Einfluß einer geringgradigen, okklusalen Interferenz im Verlaufe einer Woche. Bei einer einseitigen, okklusalen Interferenz von 0,25 mm verringerte sich der interokklusale Spalt auf der nicht gesperrten Seite bis etwa zum fünften Tage.

Eine vollständige Adaption ist nicht beobachtet worden.

H . S C H N E L L und Mitarbeiter deuteten den Adaptionsvorgang im Sinne einer reaktiven Periodik. *

- * Anm.: Darunter versteht man die rhythmisch verlaufenden Reaktionen eines Organismus nach Setzen eines Stressors im Sinne einer Kompensation, die in einer gedämpften Schwingung verläuft (H . H E N S E L , G . H I L D E B R A N D T) .

W . K R O C H - P O U L S E N fordert die Palpation der Mm. pterigoidei zur Kontrolle von Funktionsequilibrierungen. J . D E I T E R M A N N untersuchte mit dem von H . S C H N E L L und J . D E I T E R M A N N entwickelten Meßstempel die Wirksamkeit des von H . S C H N E L L angegebenen Verfahrens zur Funktionsequilibrierung menschlicher Gebisse an der Reaktion der Mm. pterigoidei mediales. Dabei fand er, daß eine Steigerung der maximalen Druckbelastbarkeit bis zur Schmerzschwelle bis um das Dreifache ihres Ausgangswertes möglich war.

Die Untersuchungen von J . R E I S S I G legen dar, daß es klinisch möglich ist, nur durch die Palpation mit der Fingerbeere die schmerzhaften pathologischen Veränderungen der Kaumuskulatur, nämlich vermutete Ödeme und Spasmen, zu diagnostizieren.

P . G R O S S M A N N und B . H E R Z O G untersuchten u. a. den Zusammenhang zwischen der Veränderung des interokklusalen Spaltes und der Konsistenzveränderung in der Region der Mm. pterigoidei im Verlauf einer Woche.

Die erste Gruppe der Probanden (im weiteren Pbn), bei der sich keine Spaltstärkenveränderung zeigte, wies nur Verhärtungen der Muskeln und keine Erweichungen auf.

Die zweite Gruppe zeigte eine kontinuierliche Abnahme der Spaltstärke und wies keine Erweichungen, sondern nur Verhärtungen auf.

In der dritten Gruppe öffnete sich die Spaltstärke im Verlaufe der Versuchswoche. Hier waren keine Verhärtungen, sondern nur Erweichungen zu finden.

II. Hinführung zum Problem

Bei den bisherigen Arbeiten im Rahmen der Herstellung eines Modelles der Adaption der Mandibula an künstliche okklusale Interferenzen war die Durchführung der Versuchsreihe aus ethischen Gründen auf längstens eine Woche begrenzt. Teilweise klagten die Pbn über sehr starke Beschwerden, die die Frage aufwarfen, ob diesem subjektiven Eindruck objektive Korrelate in Form von bleibenden Schäden am Kiefergelenk, der Kaumuskulatur oder den Parodontien entsprechen.

Bevor die Dauer von Versuchen mit künstlichen okklusalen Interferenzen wesentlich über eine Woche ausgedehnt wird, sollte die Frage des eventuell bleibenden Schadens geklärt sein.

Zur Lösung dieses Problems haben wir einen anderen Ansatzpunkt gesucht, der uns unschädlicher und für die Pbn zumutbarer erschien: wir setzten den Stressor nicht in Form einer Okklusions- und Artikulationsstörung mittels einer künstlichen okklusalen Interferenz, sondern in Form einer Sprechstörung durch eine künstliche, partielle Verdickung auf der Gaumenschleimhaut.

Dabei ließen wir uns von folgenden Überlegungen leiten:

Einzelne Teile des stomatognathen Systems und der Gesamtheit der Sprechwerkzeuge sind identisch, wie z. B. die Zähne, die Zunge, der Alveolarkamm, der harte und der weiche Gaumen, die Kaumuskulatur und das Kiefergelenk. Wenn es uns gelingt, eine Störung dieser Teile ohne Beschwerden der Pbn, die als subjektives Korrelat für objektive, d. h. meßbare und evtl. bleibende Schäden gelten können, zu erreichen, und eine Adaption zum Ausgangswert

über eine längere Zeitspanne zu beobachten, so können wir diesen Vorgang auch als ein Modell für die Adaptation der Kaumuskulatur an künstliche okklusale Interferenzen über zwei und mehr Wochen durchführen.

Diese Arbeit soll als vorbereitende Studie die Grundlagen für eine Untersuchung der Langzeitadaptation der Lautbildung an künstliche, partielle Verdickungen auf der Gaumenschleimhaut schaffen.

Dabei haben wir uns die Aufgabe gestellt, Art, Ort und Stärke dieser Störung zu ermitteln.

Am Rande interessierte uns noch die Frage, ob ein Zusammenhang zwischen einer symmetrischen oder nicht-symmetrischen Ausbildung des Gaumens und der Veränderlichkeit von bestimmten Lauten in den phonetischen Versuchen besteht. Dazu haben wir Symmetriemessungen an Oberkiefer-Modellen mit dem Symmetrographen nach G. K O R K H A U S und mit einer eigenen Methode vorgenommen.

Die phonetischen Untersuchungen wurden zusammen mit B. P O S C H E N an gemeinsamen Pbn durchgeführt. B. P O S C H E N hatte allerdings eine andere Aufgabenstellung. Er untersuchte die Langzeitadaptation der sprachbildenden Anteil des Kauorgans an künstliche Verstärkungen auf der Gaumenschleimhaut.

B. Hauptteil

I. Versuchsanordnung

1. Versuchsanordnung zur Studie der symmetrischen Ausbildung des Gaumendaches

Als Untersuchungsmaterial standen uns die Oberkiefermodelle (im weiteren: OK-Modelle) von fünf Pbn zur Verfügung. OK-Modelle sind für eine metrische Untersuchung geeigneter als Unterkiefermodelle (im weiteren: UK-Modelle), da der bewegliche Mundboden bei der Abformung Ungenauigkeiten zur Folge hat.

Das UK-Modell läßt nur eine zweidimensionale Vermessung zu, während das OK-Modell eine dreidimensionale Vermessung erlaubt. Wir haben uns allerdings auf zweidimensionale Vermessungen beschränkt, d. h. nur die transversalen Gaumenkurven erfaßt (s. Abb. 1).

Die Pbn sollten keine Lippen-, Kiefer- oder Gaumenspalten und nach Möglichkeit eine geschlossene Reihe natürlicher Zähne aufweisen, um iatrogenen Einfluß auf evtl. ungleiche Ausbildung der Gaumenhälften auszuschalten.

Dieses Vorhaben ist uns nicht gelungen, da die Pbn nicht nur für die Symmetriemessungen zur Verfügung stehen mußten, was für sie nur eine geringe Mühe bedeutete, sondern vor allem für die phonetischen Untersuchungen, insbesondere für den Langzeittest (im weiteren: LZT) von B . P O S C H E N .

Daher mußten wir die Pbn untersuchen, die bereit waren mitzuarbeiten und konnten nicht zu hohe Forderungen in bezug auf die Gebißverhältnisse stellen. Das Fehlen einzelner Zähne im Seitenzahnbereich mußten wir hinnehmen.

a. Symmetriemessungen mit dem Symmetrographen nach G . K O R K H A U S an Oberkiefermodellen

Als Vermessungsgerät für unsere Untersuchungen wählten wir den Symmetrographen nach G . K O R K H A U S (Abb. 1), der von der Firma Seitz & Haag (Gießen) auf Anregung der Universitätszahnklinik Köln in einer verbesserten Ausführung hergestellt wird (B . N O - W A C K).

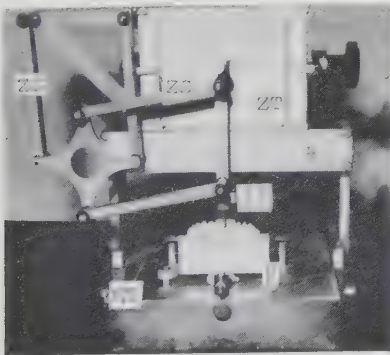


Abb. 1: Der Symmetrograph nach G . K O R K H A U S mit justiertem OK-Modell zum Zeichnen der transversalen Gaumenkurven (abgeändert nach B . N O W A C K)

Das Gerät besteht aus einem horizontalen Meßtisch (MT, siehe Abb. 1) mit einer runden, um ihre vertikale Achse drehbaren Arbeitsplatte (P) zur Justierung des zu vermessenden Modells. Über dem Meßtisch befindet sich eine zur Meßtischebene parallel verschiebbare Brücke (B). Diese trägt zum Justieren der Modelle einen ebenfalls horizontal beweglichen, mit einem vertikal verschiebbaren Meßstift versehenen Schlitten. Parallel zur Meßtischebene ist an dem Meßtisch eine Kunststoffplatte mit Millimeter-Netzeinteilung (Orthometerkreuz aus dem Orthodontisch-Diagnostischen Besteck nach G. KORKHAUS) als Modell-Justierhilfe befestigt (E. STRAUSS, B. NOWACK).

Nach dem Justieren der Modelle wird die eben beschriebene Vorrichtung ausgetauscht gegen einen Zeichentisch (ZT) mit Zeichengestänge (ZG). Am oberen Ende des Zeichengestänges befindet sich der Zeichenstift (ZS) und am unteren Ende der Abtaststift (AS). Das Zeichnen der Gaumenkurven geschieht nach dem Prinzip des Storchenschnabels (H. MEHNERT).

b) Versuchsanordnung für die Symmetriemessungen an menschlichen Gaumen anhand von Photographien von Ausgüssen von Oberkiefermodellen mittels eines hierzu konstruierten Gerätes

In der Literatur wird die Methode der Symmetriemessungen nach G. KORKHAUS des öfteren beschrieben. Wir haben zusätzlich ein Gerät konstruiert, das erlaubt, Symmetriemessungen am menschlichen Oberkiefer zu erfassen.

Auf einer Holzunterlage (U) (Abb. 2) ist das Rohr (R) waagrecht verschraubt. Auf dem Rohr laufen zwei verschiebbare und durch Schrauben arretierbare Rohrschellen (RS). Die eine Rohrschelle trägt einen Gewindebolzen

für die Aufnahme des Balgengerätes mit Photoapparat (Ph). Auf der anderen Rohrschelle sitzt ein senkrechtes Rohr (r), das den um 360° schwenkbaren Modellträger (T) mit Laufschiene für das Modell (M) mit Modellsockel und Wasserwaage zum waagrechten Justieren des Modells aufnimmt. Die Höhe des Modellträgers ist regulierbar und durch zwei Flügelschrauben, die in vorgebohrte Kerben greifen, feststellbar. Rechts vom Modellträger befindet sich auf der erhöhten Holzunterlage eine festgeschraubte Bohrmaschinenhalterung mit Bohrmaschine (B), in der das Schleifrad (S) mit aufgeleimter Sandpapierscheibe steckt.

Zum Schleifen wurde der Modellträger in die Position A gedreht, so daß die Schliff-Fläche des Modells zum Schleifrad zeigte (Abb. 2).

Das Modell wurde dann per Hand auf der Laufschiene an die Sandpapierscheibe geschoben.

Zum Photographieren drehte man den Modellträger um 180° in die Position B (Abb. 3) herum, so daß die paarigen Schrauben in die genau vorgebohrten Vertiefungen greifen konnten. Dadurch war gewährleistet, daß beim Photographieren kein Fehler durch Verwinkelung der Schliff-Flächen eintreten konnte.

Dieses Gerät ist von der Firma Orthwein, chirurgisch-orthopädische Werkstätten, Marburg, nach unseren Angaben gebaut worden.

Als Photoapparat benutzten wir das Gerät:

Leica MDA mit Objektiv Elmar 1:4/135, Balgengerät und Ringblitz der Firma Ernst Leitz, Wetzlar.

Die Modelle sind bei Blende 17 mit einer Belichtungszeit von 1/20 sec. photographiert worden.

Als Aufnahmemaaterial haben wir benutzt:

Koda 16 17 115 schwarz-weiß, Kleinformat.

Die Filme sind von der Photo-Absteilung der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Phillips-Universität in Marburg im Maßstab 1 : 1 entwickelt worden.

Die Schmelzmaschine wird von der Firma Black & Decker hergestellt unter der Bezeichnung: Black & Decker 710.

Technische Daten: 220 V 50 Hz 110 Watt

1.4 & 2 Speed Drill

220 x 1400/900 U/min.

Das Schleifrad ist ebenfalls von der Firma Orthwein angefertigt worden.



Abb. 1: Einstellung zum Schleifen Präparation A

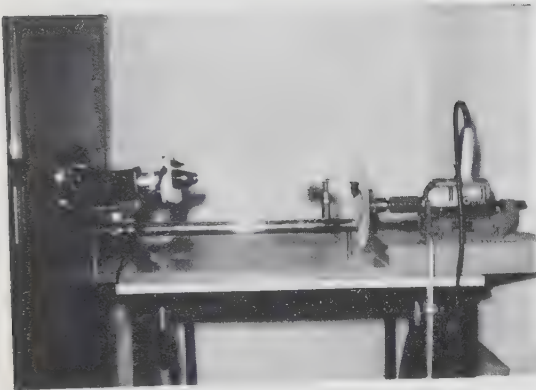


Abb. 3: Einstellung zum Photographieren
Position B

2. Versuchsanordnung zur Beeinflussung der Lautbildung

Die Phonetik kennt unterschiedliche Einteilungsprinzipien der Sprachlaute. So werden z. B. die deutschen Konsonanten einmal gegliedert aufgrund einer Einteilung nach der Artikulationsstelle und dem artikulierenden Organ (O . v. E S S E N) und zum anderen aufgrund einer Einteilung nach der Bildungsweise, die anzeigt, wie das jeweilige Hindernis überwunden wird und ob der Laut stimmhaft oder stimmlos ist. Die Vokale werden in Vorder- und Hinterzungenvokale und in offene und geschlossene (C. u. P. M A R T E N S) eingeteilt.

Da wir uns als ein Ziel dieser Arbeit die Störung der Lautbildung durch künstliche Verstärkungen auf der Gaumenschleimhaut gesetzt hatten, schien uns die

Einteilung nach Artikulationsstelle und artikulierendem Organ geeignet, darüber Aufschluß zu geben, an welcher Stelle des Gaumens eine Verdickung angebracht werden mußte, um eine ausreichend starke und damit meßbare Störung der Lautbildung zu ergeben. Andererseits mußte der Fremdkörper auch von den Pbn toleriert und für sie über zwei Wochen im LZT zumutbar sein.

Aufgrund der Palatogramme von C. u. P. M A R T E N S glaubten wir, den Gaumen für unsere Zwecke in drei phonetisch wichtige Zonen aufteilen zu können (Abb. 4).

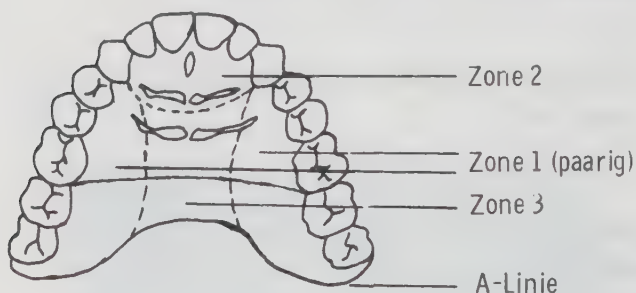


Abb. 4: Die Aufteilung des harten Gaumens in phonetisch wichtige Zonen

Zone 1: latero-palatale Zone

Zone 2: anterio-palatale Zone

Zone 3: post-palatale Zone

Zu dieser Ansicht kommt auch L. K O B E S in seiner Dissertation. Er projiziert die Palatogramme von Konsonanten und den Vokalen [e] und [i] übereinander. Dabei ergeben sich drei Verdichtungs-zonen, die L. K O B E S in seiner Konstruktion der phonetisch aktiven Platte berücksichtigt.

Diese Verdichtungs-zonen stimmen mit der Einteilung in unserem Schema weitgehend überein. Bei ihm fehlt allerdings unsere Zone 3.

Eine gerade für die S-Lautbildung besonders wichtige Zone ist die Schneidezahngegend. H. F Ö R S T E R schreibt dazu: "Wie von E S S E N (I dg. Forsch. LVI 256 - 264) schon experimental-phonetisch nachweisen konnte, ist die sprachrechte S-Lautbildung gegenüber Veränderungen in der Schneidezahngegend recht störanfällig, während die Eckzahngegend wesentlich geringere Bedeutung hat."

Für unsere Arbeit bedeutet das, daß wir die alveolare Bildung des S-Lautes durch einen künstlichen Einsatz in der Schneidezahngegend stören können. Andere Autoren äußern sich ähnlich über die Störanfälligkeit der S-Laute. So schreibt G. A R N O L D : "Der Einfluß der Zähne auf die korrekte Zischlautbildung ist deshalb bedeutungsvoll, weil die S-Laute zu den schwierigsten Sprachlauten gehören, am spätesten in der Sprachentwicklung erlernt und am leichtesten durch pathologische (oder künstliche; Anm. des Verfassers) Einflüsse gestört werden. Die zur korrekten Bildung des scharfen S nötige feine Zungeneinstellung stellt eine schwierige koordinierte neuro-muskuläre Leistung dar, so daß die häufigen Fehler gerade dieses Lautes nicht Wunder nehmen." "Ob ein T mehr vorn oder rückwärts gebildet wird, ist für seinen Klang ziemlich bedeutungslos, während solche kleinen Lageunterschiede der Zunge für das S sehr wesentlich sind."

In ähnlicher Weise äußern sich:

- L. A L L E N (1959)
 - W. A U E R (1923)
 - H. E B E R H A R D T (1954)
 - K. F A H R E N K R O G (1938)
 - O. F U H R (1934)
 - W. H A T T E M E R (1959)
 - G. H E I D E B R E D E (1943)
 - E. H E I N R I C H (1920, 1921)
 - E. H E R O L D (1935)
 - A. K R Y G O W S K A (1928)
 - L. L E T T M E Y E R (1937)
 - M. M Ü L L E R (1931)
 - H. N E U M A N N (1925)
- (Zitiert nach H. F Ö R S T E R .)

Aus dem hier Gesagten geht hervor, daß die Reibelaute [s] , [z] , [ʃ] wegen ihrer besonderen Störanfälligkeit in hohem Maße für unsere Versuche geeignet sind. Sie versprechen bei einem Minimum an Aufwand (kleine Einsätze = tolerabel für den Pb) ein Maximum an Wirkung (ausreichend große Störungen = sicheres Meßergebnis).

Bei einer Extension der künstlichen Gaumenverdickung bis in die Eckzahngegend müßten alle Laute mit dentaler und alveolarer, evtl. noch postalveolarer Artikulationsstelle gestört werden können: die Explosivlaute [t] , [d] , der Nasallaut [n] , die Frikativen [s] , [z] , [ʃ] , [ʒ] , die Affrikaten [ts] , [dz] , [dʃ] , [dʒ] , der Laterallaut [l] und der alveolare Vibrant [r] , das sog. Zungenspitzen-R, und sehr wahrscheinlich auch die Vorderzungenvokale [i] , [ɪ] , [e] , [ɛ] , [y] , [ʏ] , [ø] .

Durch Anbringen einer künstlichen Gaumenverdickung in der paarigen Zone 1 müßten sich folgende Laute stören lassen: der Vibrant [r] (alveolar-koronale Bildung), die Frikativen [s] , [z] , [ʃ] , [ʒ] , [ç] , [j] , die Explosivlaute [t] , [d] , die Nasallaute [ŋ] , [ɳ] * und die Vokale [i] , [ɪ] , [e] , [ɛ] , [u] , [ʊ] , [y] , [ʏ] , [ø] , [œ] , [ə] , [o] , [ɔ] , [ɐ] .

In der Zone drei gilt das gleiche für folgende Laute: die Explosivlaute: [k] , [g] , die Vokale [i] , [ɪ] , [ɛ] , [ɛ̃] , [u] , [ʊ] , [o] , [ɔ] , [ə] , die Frikativen [s] , [z] , [ʃ] , [ʒ] , [ç] und den Nasallaut [ɲ] (Palatogramm nach C. u. P. M A R T E N S) .

* Anm.: Mit einem Fragezeichen sind die Laute gekennzeichnet, die ein Palatogramm ergeben, das

- a) sich nur unvollständig mit der angegebenen Zone deckt,
- b) nur geringfügig aus seiner Hauptzone in diese Zone hineinreicht
- c) so kleinflächig am Gaumen ist, daß eine Störung dieser kleinen Fläche als unwesentlich angesehen werden kann

Aufgrund dieser theoretischen Überlegungen und den Literaturbelegen scheint mir die Aufteilung des Gaumens in die von uns angegebenen Zonen gerechtfertigt. Diese Zonen stellen gleichzeitig die Grundmuster unserer künstlichen Gaumenverdickungen dar (siehe Abb. 6 und 7), die dann in den einzelnen Versuchen kombiniert und nach Schichtstärke und Form variiert werden können.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß wir in unserem Modell nicht die Veränderlichkeit von "Sprache" als formelhaftem System historisch gewachsener Äußerungsnormen, die logisch-grammatisch kategorisiert sind (nach H. H. W Ä N G L E R), untersuchen, sondern die Veränderlichkeit von "Sprechen" als individuellem Gestaltungsverlauf.

Die Frage der Fixation der Verstärkungen auf der Gaumenschleimhaut lösten wir nach dem Prinzip der Teilprothese. Die Verstärkungen kann man als partielle Gaumenplatte ansehen, die durch Drahtklammern an mehreren Zähnen gehalten wird.

Aus Arbeitersparnis - um nicht zu jeder neuen Verstärkung wieder Klammern biegen zu müssen - und vor allem aus Gründen des besseren Zusammenhalts von Platten und Drahtelementen, haben wir nicht einzelne Klammern gebogen, die unabhängig voneinander in der Platte verankert sind, sondern ein zusammenhängendes Drahtgerüst angefertigt (Abb. 5).

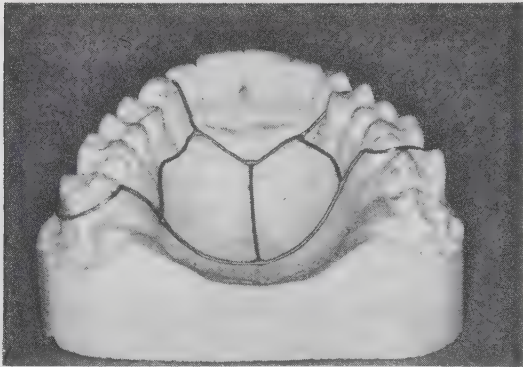


Abb. 5: Das Drahtgerüst der Fixationsdrähte

a) Die verschiedenen Werkstoffe

aa) Die Fixationsdrähte

Das Drahtgerüst der Fixationsdrähte besteht bei den verschiedenen Gestellen aus federhartem Stahldraht mit einem Durchmesser von 0,7 mm, 0,8 mm und 0,9 mm, wie er in der zahnärztlichen Technik verwendet wird.

Da all unsere Pbn gut verzahnte Gebisse hatten, mußten wir die Überführung der Klammerdrähte von palatinal nach vestibulär so legen, wie sich der notwendige Platz anbot, denn wir wollten nicht einschleifen und dadurch evtl. Defekte setzen. So sind die Drahtgerüste individuell geringfügig verschieden.

Gemeinsam sind allen je ein Klammerelement am seitlichen Schneidezahn, Eckzahn oder ersten Prämolare und je ein Klammerelement an einem Molaren beider OK-Hälften.

Die beiden vorderen und die beiden hinteren Klammer-elemente sind aus einem Stück Draht dicht an der Schleimhaut anliegend gebogen und mit dem Mittelstück, das auf der Raphe mediana (im weiteren: R. m.) liegt, verlötet worden. Ebenso sind die zwei seitlichen Verstrebnungen eng an die Schleimhaut des Alveolarkammes gebogen und mit den transversalen Drähten verlötet (siehe Abb. 5).

ab) Die künstlichen Verdickungen
auf der Oberkiefer-Schleimhaut

Sie wurden aus blauem Plattengußwachs von 0,25 und 0,5 mm Schichtstärke geformt. Die dünnen Wachsplatten sind schichtweise übereinander in den Gesamtschichtstärken von 1 mm bis 10 mm über die Okklusionsebene des OK-Modells verarbeitet worden. Die erste Wachsplatte wurde fest auf das zuvor gewässerte Modell mit Drahtgestell gedrückt, so daß sich das Wachs eng an die Gaumenseite des OK-Modells anlegte. Mit einem heißen Wachsmesser ist das Wachs auf den dem Gaumen anliegenden Drähten geschmolzen worden, so daß diese auch palatinal von Wachs umgeben waren.

Anschließend ist Schicht auf Schicht bis zur gewünschten Dicke aufgelegt worden. Durch mäßiges Andrücken einer jeden Schichtlage mit der Fingerkuppe war ein ausreichend dichtes Anliegen und Haften der einzelnen Schichten gewährleistet. Zum Schluß wurden die Ränder entsprechend der gewünschten Zoneneinteilung beschnitten und mit einem heißen Wachsmesser verschmolzen (siehe Abb. 6 und 7).

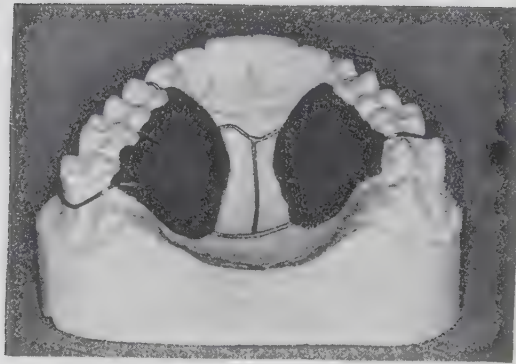


Abb. 6: Ein Grundmuster der Gaumeneinsätze:
Zone 1 (paarig)

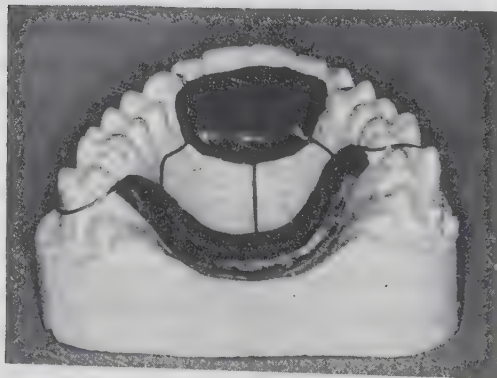


Abb. 7: Grundmuster der Gaumeneinsätze:
Zonen 2 und 3

Die Schichtdicke wurde mit einer Mikrometerschraube überprüft.

Im Durchschnitt wurde eine Abweichung von ± 1 mm z. B. bei einer Gesamtschichtdicke von 5 mm festgestellt. Die Abweichungen sind durch zu festes oder zu geringes Andrücken der Wachsplatten zustande gekommen und vor allem durch die Unregelmäßigkeiten (z. B. Gaumenfalten) des Gaumenreliefs. Diese Abweichung erschien uns vernachlässigbar. Die Einsinktiefe der Branchen der Millimeterschraube im Wachs während des Messens ist nicht berücksichtigt worden. Die Werte können aber übergangen werden, da es sich hier höchstens um Zehntelmillimeter handelt.

b) Die Probanden

ba) Die Auswahl der Probanden

Da wir dieselben Pbn für die in dieser Arbeit beschriebenen Versuche und für den LZT nehmen wollten, mußten wir von ihnen ein hohes Maß an Mitarbeit und Verständnis fordern. Vor allem, weil im LZT die künstlichen Verdickungen auf der Gaumenschleimhaut über zwei Wochen lang während 24 Stunden getragen werden sollten, verringerte sich der Kreis derer, die bereit waren, mitzuarbeiten.

Es waren auch nicht die Mittel vorhanden, den Probanden ein finanziell attraktives Angebot zu unterbreiten. So waren wir darauf angewiesen, gute Bekannte zu überreden.

bb) Beschreibung der Probanden

Pb Nr. 1

Geschlecht: männlich
Alter: 28 Jahre
Schulbildung: * Abitur
Beruf: Zahnarzt
Sprechfehler: ---

oraler Befund: Zahnschema: ** ~~8~~7654321/12345678
~~8~~7654321/12345678

Bißlage: neutral
Bemerkung: frontaler Engstand im UK

* Anm.: Der Bildungsgrad spielt bekanntlich bei der Beeinflussung der Lautbildung durch künstliche Gaumeneinsätze eine Rolle und wurde daher auch von uns erfaßt (H . S C H N E L L) .

** Anm.: Eine durchgestrichene Ziffer bedeutet das Fehlen des entsprechenden Zahnes

Pb Nr. 2

Geschlecht: männlich
Alter: 27 Jahre
Schulbildung: Abitur
Beruf: Zahnarzt
Sprechfehler: ---

oraler Befund: Zahnschema: ~~8~~7654321/1234567~~8~~
~~8~~7654321/1234567~~8~~

Bißlage: links neutral, rechts 1/2 d
Bemerkung: tiefer Biß, frontaler Engstand im OK
und UK, Mittellinienverschiebung um
1/2 Schneidezahnbreite nach links

Pb Nr. 3

Geschlecht: männlich
Alter: 33 Jahre
Schulbildung: Volksschulabschluß
Beruf: Hausmeister
Sprechfehler: Sigmatismus

oraler Befund: Zahnschema: ~~8~~7654321/1234567~~8~~
87~~8~~54321/1234567~~8~~

Bißlage: links neutral, rechts 1/2 d
Bemerkung: Kreuzbiß $\frac{5}{5}$, Mittellinienverschiebung
von 1/2 Schneidezahnbreite (2 1/2 mm)
nach rechts, Diastema von 1 mm Breite
zwischen 1/1

Pb Nr. 4

Geschlecht: männlich
Alter: 26 Jahre
Schulbildung: Abitur
Beruf: Physikstudent
Sprechfehler: ---

oraler Befund: Zahnschema: ~~87654321/12345678~~
~~87654321/12345678~~

Bißlage: neutral
Bemerkung: sehr kariesresistent

Pb Nr. 5

Geschlecht: männlich
Alter: 29 Jahre
Schulbildung: Abitur
Beruf: Student der Zahnmedizin
Sprechfehler: ---

oraler Befund: Zahnschema: ~~87654321/12345678~~
~~87654321/12345678~~

Bißlage: neutral
Bemerkung: leichter frontaler Engstand im UK
rechts, omegaförmiger Zahnbogen im
OK links

Pb Nr. 6

Geschlecht: männlich
Alter: 26 Jahre
Schulbildung: Abitur
Beruf: Student der Zahnmedizin
Sprechfehler: ---

oraler Befund: Zahnschema: $\begin{array}{c} 87654321/12345678 \\ 87654321/12345678 \end{array} .$

Bißlage: links 1/2 d, rechts 1/2 m
Bemerkung: frontaler Engstand im OK und UK

Pb Nr. 7

Geschlecht: weiblich
Alter: 27 Jahre
Schulbildung: Abitur
Beruf: Germanistin
Sprechfehler: ---

oraler Befund: Zahnschema: $\begin{array}{c} 87654321/12345678 \\ 87654321/12345678 \end{array}$

Bißlage: links 1/2 d, rechts neutral
Bemerkung: geringer frontaler Engstand

- * Anm.: Der Pfeil bedeutet, daß die Zahnücke durch das Nachrücken der distalen Nachbarzähne geschlossen ist.

c) Die Versuchsbedingungen

Die Bedingungen, unter denen die phonetischen Versuche abgelaufen sind, waren aus finanziellen Gründen nicht optimal. Deshalb mußte die Anzahl der Sonagramme beschränkt werden und damit in gewisser Weise auch die Anzahl der Vorversuche. So sind auch nicht alle Versuche mit sämtlichen Pbn durchgeführt worden.

Wir haben uns in den meisten Versuchen bemüht, die Versuchsanordnungen (im weiteren: VA) so zu wählen, daß sie über zwei Wochen im LZT von den Pbn toleriert werden konnten. Die Pbn sollten im LZT in der Lage sein, ihr alltägliches Leben zu führen, d. h. sie mußten sich in erster Linie noch gut verständlich machen können. Auch sollte der psychische Streß durch die Sprechstörung möglichst gering gehalten werden.

Die Pbn sind über den Zweck der Versuche unterrichtet worden.

d) Die Versuchszeiten

Die Versuche fanden zu unterschiedlichen Tageszeiten statt, im allgemeinen jedoch in den späten Vormittagsstunden. Auf eine Berücksichtigung tageszeitlicher Schwankungen haben wir aus meßtechnischen Gründen verzichtet, da es nicht möglich ist, mit dem Sonagraphen tageszeitliche Schwankungen der Lautgebung zu messen. Der Sonagraph mißt Frequenz, Phonationsdauer und Intensität (d. h. Schalldruck) von Lauten.

Diese unterliegen keiner circadianen Rhythmik. Ein Gerät, mit dem die tageszeitliche Schwankung der Phonation hätte gemessen werden können, existiert nach unseren Erkundigungen in Marburg nicht.

Außerdem würden die tageszeitlichen Schwankungen der Phonation bei den gegebenen, nicht standardisierten Versuchsbedingungen (jeder Proband lebte sein normales Leben) gegenüber den "individuellen Schwankungen", z. B. durch psychische Momente wie Ärger, Freude, durch Eile, wenig Schlaf in der Nacht zuvor, so gering sein, daß sie kaum davon abzugrenzen wären.

e) Der Versuchsort

Die Tonaufnahmen der Testwörter und -sätze sind im Forschungsinstitut für deutsche Sprache
Deutscher Sprachatlas der
Philipps-Universität Marburg/Lahn
Abteilung Phonetik
Leiter: Prof. Dr. J. G Ö S C H E L
von Herrn Toningenieur H. H O P F in dem dortigen
Tonstudio aufgenommen worden. Die technische Durchführung der Tonaufnahmen und die Anfertigung der Sonagramme wurden von der Abteilung Phonetik ausgeführt.

f) Meßapparate

fa) Mikrometerschraube

Die Mikrometerschraube von der Firma Steinmeyer zum Prüfen der Schichtstärken der Gaumeneinsätze hat eine Grobeinstellung von 0 - 25 mm und eine Feineinstellung von 50 Teilstrichen. Die theoretische Meßgenauigkeit der Mikrometerschraube beträgt so 0,02 mm.

fb) Das Tonaufnahmegerät

Als Mikrofon ist das Kondensatormikrofon Condenser Mikrophone U 67 (System Neumann Berlin) von Telefunken mit einem Übertragungsbereich von 30 - 16000 Hz benutzt worden.

Als Aufnahmegerät diente uns das Studio-Tonbandgerät Magnetophon M5A von Telefunken mit Vollspurkopftr ger, umschaltbar auf drei Bandgeschwindigkeiten von 38,1 cm/s und einem Frequenzgang über Band von 40 - 15000 Hz $\pm$ 3 dB, einer Dynamik $\leq$ 57 dB und einem Klirrfaktor über Band von weniger als 2,5 % bei 19,05 cm/s.

fc) Der Sonagraph

Die Sonagramme wurden mit dem Sona-Graph 6061 A (Abb. 8) der Firma Kay Electric Company, Pine Brook, New Jersey, USA, CA-7-2000 in der Phonetischen Abteilung des Forschungsinstituts für deutsche Sprache der Universität Marburg unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. J. G   - S C H E L von Herrn Toningenieur H. H O P F angefertigt.

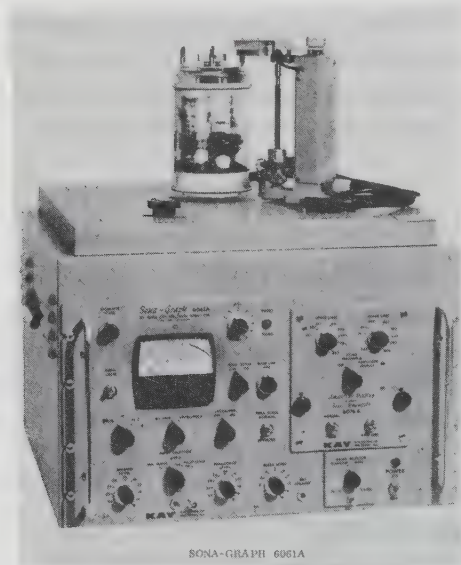


Abb. 8: Der Sonagraph 6061 A

Zur Arbeitsweise des Sonographen und zum
besseren Verständnis des Folgenden zitieren wir hier, wie auch L. KOBES,
W. MEYER-EPPLER :

Der zu analysierende Vorgang wird auf den Mantel einer zylindrischen Magnetscheibe gespeichert. Zur Aufnahme der magnetischen Tonspur dient ein Aufnahmepkopf, der anschließend bei der Abtastung der Spur als Wiedergabekopf verwendet wird. Ein während der Aufnahme eingeschalteter Löschkopf verhindert, daß mehr als ein Schallvorgang auf dem Umfang der Magnetscheibe ($t = 2,4$ sec.) gespeichert wird. Bei der Analyse wird der gespeicherte Vorgang so oft abgetastet, bis der in das Gerät eingebaute Suchtonanalysator das ganze sprachwichtige Gebiet zwischen 85 und 8000 Hz abgetastet hat. Hierzu sind etwa 380 Umdrehungen notwendig. Um die Analysierzeit abzukürzen, läßt man die Magnetscheibe während des Analysiervorganges mit einer gegenüber der Aufnahmegeschwindigkeit auf das 3,33fache erhöhten Geschwindigkeit rotieren; die Analyse dauert dann knapp 5 Minuten.

Der Frequenzbereich des Suchtonanalysators wird entsprechend hoch gelegt. Zur Aufzeichnung dient ein der Faksimile-Übertragung entlehntes Verfahren: Durch den am Ausgang des Suchtonanalysators auftretenden, der jeweiligen Spektralintensität proportionalen Strom wird der helle Überzug eines geschwärzten Papiers mehr oder weniger weggebrannt, so daß die dunkle Unterlage um so deutlicher sichtbar wird, je größer die spektrale Intensität ist. Das Faksimile-Papier wird auf eine koaxiale Trommel gespannt. Während diese Trommel zugleich mit der Magnetscheibe rotiert, schreibt eine die Papieroberfläche leicht berührende Elektrode (Metalldraht) auf das Papier

enge und mit dem bloßen Auge kaum voneinander trennbare Spirallinien, die entsprechend der Spektralintensität geschwärzt sind. Eine rotierende Schneckenspindel sorgt für einen frequenzproportionalen Vorschub.

Die somit bildlich dargestellten Schallsignale stellen die auftretenden Frequenzen in ihrer Höhe und Breite entsprechend der Zeitdauer der Phonierung dar. Ihnen ist ein Zeichencharakter eigen und es besteht die Möglichkeit, sie mit ganz bestimmten Lauten in Zusammenhang zu bringen. Das bildliche Verhältnis zwischen Höhe und Breite des Lautbildes wird allgemein als "aspect ratio" (P O T T E R) bezeichnet, was im Deutschen sinngemäß am besten mit der Bezeichnung "Gestaltcharakter" übersetzt wird (M E Y E R - E P P L E R). Um dieses Gestaltproblem lösen zu können, wurden von der "Association Phonétique Internationale" Buchstabensymbole vorgeschlagen, mit welchen diese Gestaltcharaktere bezeichnet und umrissen werden (v. E S S E N). Um die Ergebnisse der nachfolgenden Untersuchungen leichter deuten zu können, wurden die einzelnen Klänge und Geräusche mit den normalerweise hierbei auftretenden Sprachlauten umschrieben und die Einführung neuer Symbole vermieden.

II. Durchführung der Versuche

1. Durchführung der Versuche zur Studie der symmetrischen Ausbildung des Gaumendaches

a) Symmetriemessungen mit dem Symmetrographen nach G. K O R K H A U S an OK-Modellen

Die Gaumenzeichnungen wurden in Anlehnung an B. N O W A C K ausgeführt.

aa) Die Modelle

Von den Pbn wurden OK-Alginat-Abdrücke genommen. Diese sind mit Blaugips ausgegossen, gesockelt und getrimmt worden.

ab) Das Justieren der Modelle

Das Justieren der Modelle geschah in der Weise, wie sie von B. N O W A C K angegeben wird:

"Da das Zeichengestänge (ZG) des Symmetrographen auf die Horizontalebene des Meßtisches ausgerichtet ist, sind die Modelle ebenfalls mit ihrer Okklusionsebene parallel zur Meßtischebene einzustellen. Die mit ihrer Sockelbasis auf dem Meßtisch stehenden Modelle werden mittels plastischer Knetmasse derart horizontal ausgerichtet, daß die Schneidekanten der mittleren Schneidezähne und die mesiobukkalen Höcker der ersten Molaren die horizontale Justierhilfe des vertikalen Meßtiftes tangieren. Dieses Verfahren der Parallelausrichtung der Okklusionsebene zur Meßtischebene erspart uns das langwierige horizontale Einsockeln der einzelnen Modelle. Anschließend wird die sagittale Mittellinie des justierten Modelles (Raphe-mediana-Linie) durch Drehung der in den Meßtisch eingelassenen Arbeitsplatte in dieser Stellung arretiert."

ac) Die Versuchsprotokolle

Die Protokolle der Versuche sind im Anhang S. 1 zu finden.

ad) Das Zeichnen der Gaumenkurven

Die Justiereinrichtung wird gegen den Zeichentisch mit Zeichengestänge ausgetauscht.

"Verfolgt man mit dem Abtaststift die darzustellenden Konturen des Modells, so werden diese über das Gestänge und den Zeichenstift auf die Papierbespannung des Zeichentisches übertragen."
(B . N O W A C K)

Die von uns ausgeführten transversalen Gaumenkurven "erfassen bei senkrechter Stellung der Brücke und des Zeichentisches zur Meßtischenebene in zwei senkrecht zur Raphe mediana verlaufenden transversalen Ebenen durch die okklusalen Zentren der oberen ersten Prämolaren und durch die Mittelfissur der ersten oberen Molaren das jeweils zugehörige Profil des Gaumengewölbes".
(B . N O W A C K) (Abb. 9)

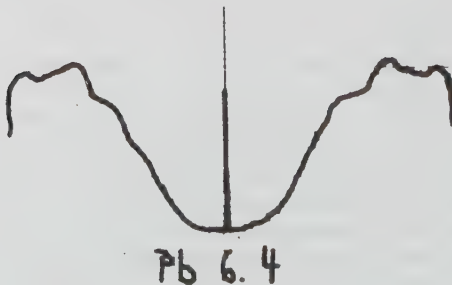


Abb. 9: Transversale Gaumenkurve

Dieses Ziel konnte allerdings nicht immer verwirklicht werden, aufgrund der individuellen Besonderheiten der OK der Pbn, wie z. B. fehlenden Zähnen (siehe Protokoll der Gaumenzeichnungen im Anhang S. 1).

Von jeder Zeichenebene der transversalen Gaumenkurven sind drei Gaumenkurven auf Millimeterpapier gezeichnet worden. Während des Zeichenvorganges ist die R. m. durch ein senkrechtes Hochziehen des Abtaststiftes markiert worden.

ae) Vorbereitende Maßnahmen zur Auswertung
der Gaumenkurven

Jede der drei Gaumenkurven ist von uns so auf Millimeterpapier gezeichnet worden, daß die R. m. an einer bezeichneten Nulllinie zu liegen kommt und die Profillinien der Gaumenhälften, wie um eine senkrecht auf der R. m. errichteten Achse herumgeklappt, auf derselben Seite der Achse liegen. So bekommt man schon rein optisch einen Eindruck von der transversalen Ausdehnung der Profillinien. *

Die Profillinie der rechten Gaumenhälfte ist durchgehend, der linken strichliert gezeichnet worden.

Im Bereich der anterioren Gaumenkurve ist ein Meßwert, der in der Mitte der Strecke R. m. - Gingivalrand des gezeichneten Zahnes auf der senkrechten Achse liegt, abgelesen worden. Dabei ist L der Wert für die linke und R der Wert für die rechte Gaumenhälfte.

*) Im Anhang S. 3 haben wir exemplarisch für einen Pb die diesbezüglichen Zeichnungen wiedergegeben.

Im Bereich der posterioren Gaumenkurve sind zwei Meßwerte analog der anterioren Gaumenkurve abgelesen worden. Die Strecke R. m. - Gingivalrand des gezeichneten Zahnes (meist 6/6) auf der senkrechten Achse ist gedrittelt worden. Die Zwischenpunkte dieser Strecke sind mit L_1 und L_2 für die linke Gaumenhälfte und R_1 und R_2 für die rechte Gaumenhälfte bezeichnet worden. Die Bezeichnungen L_m bzw. R_m , L_{1m} usw. geben das arithmetische Mittel aus den drei gemessenen Werten wieder.

D_m (bzw. D_{1m} , D_{2m}) ist die mittlere Differenz von L_m und R_m (bzw. L_{1m} und R_{1m} usw.).

Die Meßwerte sind auf 0,5 mm genau abgelesen worden.

Die Zeichengenauigkeit beim Übertragen der durch den Symmetrographen nach G. K O R K H A U S gewonnenen Gaumenkurven auf Millimeterpapier in der Art wie unter B II 1 ad beschrieben, beträgt etwa die Breite eines Bleistiftstriches, also $\pm 0,5$ mm.

Da die Meßwerte auf 0,5 mm genau abgelesen worden sind, liegt die Fehlerbreite bei ± 1 mm.

Eine Differenz der Meßwerte, die unter der Fehlerbreite mit einem Sicherheitszuschlag von 0,5 mm, also $\pm 1,5$ mm, liegt, ist nicht berücksichtigt worden.

b) Symmetriemessungen am menschlichen Gaumen
anhand von Photographien von Ausgüssen der
Oberkiefer-Modelle mittels eines hierzu
konstruierten Gerätes

Die OK-Modelle der Pbn wurden mit Hilfe einer Glasplatte, die auf die Zähne gelegt wurde, mit dem selbsthärtenden Kunststoff Palapress ausgegossen. Aus dem gleichen Material wurde der Modellsockel angefertigt. Auf beide Seiten des Modellsockels klebten wir je einen Streifen Millimeterpapier, um während des Schleifens die Schichtstärke der einzelnen Schriffe kontrollieren zu können (Abb. 2). Das Schleifen der Modelle geschah in Position A der VA mit 900 U/min. Danach wurde von jeder Schliff-Fläche eine Blitzlichtaufnahme in Position B gemacht.

Die Protokolle der Versuche sind im Anhang S. 4 zu finden.

Die Umrißlinien der Schliff-Flächen auf den Photographien wurden mit einem Tuschezeichengerät in der Stärke 0,3 mm nachgezeichnet. Zum Ausmessen der Symmetrieverhältnisse wurden die Umrißlinien auf durchsichtiges Millimeterpapier übertragen und mit den aus Abb. 10 ersichtlichen Hilfslinien und -punkten versehen. Die Meßstrecken a, b und c liegen in einem Abstand von 5, 10 und 15 mm von der R. m. entfernt.

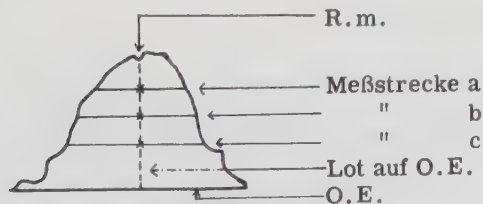


Abb. 10: Meßstrecken und Hilfslinien zur Auswertung der Umrißlinien der Schliff-Flächen

Für die Fehlerbreite gilt sinngemäß das unter B. II. 1. ae) auf Seite 32 Ausgeführte.

2. Durchführung der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung

a) Die Aufgliederung der Versuchsreihen

Die Vorversuche erfolgten nur mit Drahtgerüsteinsätzen von 0,7, 0,8 und 0,9 mm Stärke.

Die Versuche mit unterschiedlicher Lage der Gaumeneinsätze (im weiteren G.E.) am Gaumen und wechselnder Schichtstärke des Plattenwachses erfolgten nach Testwortliste A (im weiteren TWL A) und nach Testwortliste B (im weiteren TWL B).

Die Versuche mit gleicher Lage der G. E. am Gaumen und abnehmender Schichtstärke des Plattenwachses von 10 - 0 mm erfolgten nach unserem Testsatz (im weiteren TS). Diese Versuche dienten der Auffindung einer minimalen Schichtstärke der G. E. bei gleicher Lage und Ausdehnung am Gaumen, bei der eine geringe, aber für unsere Messungen noch ausreichende Störung auftrat.

b) Ablauf der Versuche

Die Versuche sind folgendermaßen abgelaufen:
Die vorbereiteten Drahtgestelle mit Plattenwachsverstärkungen sind den Pbn im Tonaufnahmestudio angepaßt worden. Die erste Tonaufnahme, der sogenannte Null-Wert eines jeden Testwortes (im weiteren TW), erfolgte ohne irgendeinen Einsatz, d. h. der Pb las die TW in seiner normalen Sprechweise vom Blatt ab.

Versuche nur mit Drahtgestellen ohne Plattenwachs sind nur mit den Pb 1 und 2 gemacht worden.

Da sie auditiv keinerlei Veränderungen der Sprechweise zeigten, ist bei den anderen Pbn darauf verzichtet worden, diese Versuche zu wiederholen. Die weiteren Versuche erfolgten mit den wechselnden VA, wie sie aus den Versuchsprotokollen zu ersehen sind.

Die G. E. wurden den Pbn außerhalb der schalldichten Kabine eingesetzt. Die Pbn wurden angewiesen, nicht zu sprechen, bevor sie in der Kabine ein Zeichen vom Toningenieur erhielten.

Dann sprachen die Pbn gewöhnlich erst ihre Namen zum Aussteuern der Aufnahmegeräte und darauf die TW und den TS. Nach diesem Sprechen ist der Einsatz sofort aus dem Munde entfernt worden, um eine mögliche, sehr schnelle Gewöhnung zu vermeiden.

Bis zum nächsten Versuch, der sofort oder auch erst Tage später stattfand, sind die Pbn von uns in ihrem Sprechen durch nichts behindert worden.

c) Die Gaumeneinsätze

ca) Grundmuster

Für die Grundmuster der G. E. haben wir die Einteilung des Gaumens in phonetisch bedeutungsvolle Zonen, wie in B I 2 beschrieben (siehe Abb. 4), verwendet.

Der G. E. Zone 1 (im weiteren: Z 1) kommt nur paarig vor. Der G. E. Z 2 kommt einzeln und in Kombination mit Z 1 + 1 und Z 3 vor.

Der G. E. Z 3 kommt ebenfalls einzeln und in Kombination mit Z 1 + 1 und Z 2 vor.

Die G. E. konnten distal nicht über die sogenannte A-Linie * hinaus extendiert werden, da der G. E. sonst durch die Bewegungen des weichen Gaumens abgehebelt wird. Daraus resultiert, daß der feste Sitz des G. E. am Gaumen verloren geht und möglicherweise ungleiche und unkontrollierbare Versuchsbedingungen für die einzelnen Laute entstehen.

Außerdem kann eine zu weite Extension distal über die A-Linie hinaus zu Würgereflexen und evtl. sogar zu Schädlen führen. H. F Ö R S T E R zitiert T. S U T E R dahingehend, daß "eine über die A-Linie hinaus extendierte Platte" zu "Irritation, Inaktivität und Muskelbildung des weichen Gaumens und der Uvula" führen kann.

cb) Variationen

Die Grundmuster der G. E. sind in den einzelnen Versuchen verschieden abgeändert worden, wie es in den Versuchsprotokollen nachzulesen ist.

Bei Pb 7 Test 6 (im weiteren: T) haben wir den "Tast- und Berührungskamm" von T. S U T E R in überdimensionierter Form und mit entgegengesetzter Zielrichtung verwendet.

T. S U T E R schlägt die Anbringung eines V-förmigen Kammes auf die OK-Platte von totalen Prothesenträgern vor, um speziell die S-Lautbildung zu verbessern. Dieser auch als "Median-Grat" bezeichnete Kamm soll vom Torus platinus bis in die Gegend der Papilla incivisa gehen und der Zunge

* Anm.: Die A-Linie bezeichnet den Übergang vom harten zum weichen Gaumen

als Orientierungshilfe dienen, um einen korrekten S-Laut aussprechen zu können. Außerdem soll der Kamm einen evtl. zu großen Zwischenraum zwischen Zunge und Platte verringern.

Diese Idee haben wir in einem Versuch mit Pb 7 aufgegriffen, allerdings in umgekehrtem Sinne: wir wollten durch den großen Kamm erreichen, daß sich die Zunge nicht an Gaumen und Frontzähne anlegen konnte, und daß es vielleicht durch eine zu große mediane Rinnenbildung der Zunge zu einer Störung des S-Lautes kam.

Durch den waagerechten Damm (Pb 4 T 2) wollten wir ebenfalls eine Störung der S-Lautbildung erreichen, indem wir durch eine künstliche distale Verlagerung der oberen Alveolen und Schneidezähne eine "phonetische Progenie" vortäuschen wollten, so daß der Pb die für die S-Bildung geforderte Kopfbißstellung (W . H A T T E N E R , H . K E U - M A N N) nicht einnehmen kann, da er die UK-Schneidezähne bis an den Wachswall zurücknehmen müßte, was aufgrund der Kinematik des Kiefergelenkes unmöglich ist.

d) Die Testwörterlisten

Die Testwörterliste A (im weiteren TWL A) ist von der Abteilung für Phonetik zusammengestellt worden. Dabei ist besonderer Wert auf möglichst viele verschiedene Lautzusammenstellungen und viele S-Laute gelegt worden.

TWL A

TW 1) ideale Handlung	TW 4) Schlachtplatte
TW 2) kaputtes Pflaster	TW 5) Schubkarren
TW 3) Bienenstock	TW 6) vergelten

TW 7) Rußhölle	TW 16) Gabeldeichsel
TW 8) Zwergrose	TW 17) Gießkanne füllen
TW 9) Lebenshilfe	TW 18) neugierig
TW 10) Katzenschwanz	TW 19) Zahnschmerzen
TW 11) Spitzendienst	TW 20) dicke Milch
TW 12) Pferdezeitze	TW 21) quietschen
TW 13) Röhrenhütte	TW 22) Matschpfütze
TW 14) Betbühne	TW 23) Susi ißt süße Sahne
TW 15) Distel	TW 24) Universität.

TWL B stellt eine Auswahl der TWL A dar. Wir haben die Wörter ausgesucht, die uns nach den ersten Versuchen als besonders geeignet erschienen, da sie eine hohe Störanfälligkeit zeigten.

TWL B

- TW 1) ideale Handlung
- TW 8) Zwergrose
- TW 10) Katzenschwanz
- TW 11) Spitzendienst
- TW 12) Pferdezeitze
- TW 18) neugierig
- TW 23) Susi ist süß.

Der TS ist aus Wörtern gebildet worden, die eine hohe Störanfälligkeit zeigten und viele Reibe- und Explosivlaute enthalten.

TS

Susi ist süß, denn sie ißt gern Katzenschwanz;
heute ist sie neugierig auf ihren Spitzendienst.

Pb 1 hat die TW 1 - 8 je zweimal hintereinander gesprochen, dazu das Wort "Plüschsofa".

Pb 2 hat die TW 1 - 20 nach TWL A und das TW "Hefehaufen" gesprochen.

Die Pbn 3, 6 und 7 haben die TWL A und die Pbn 4 und 5 die TWL A und B gesprochen.

e) Die Versuchsprotokolle

Die Versuche sind protokolliert worden (siehe Anhang S. 6).

f) Das Abhören der Tonbänder

Mit dem Abhören der Tonbänder verfolgten wir zwei Ziele:

Durch diese zeit- und kostensparende Methode sollte vermieden werden, daß von jedem gesprochenen TW ein Sonagramm angefertigt werden mußte, auch wenn keine lautliche Veränderung vorlag. Diese auditive Auswertung ermöglichte es, eine Auswahl der zu sonographierten TW zu treffen. Wir sahen im allgemeinen die Anfertigung eines Sonagrammes als gerechtfertigt an, wenn wenigstens ein Laut im TW deutlich verändert war.

Daneben ist die auditive Auswertung nicht nur Hilfsmaßnahme für die sonographische Auswertung, sondern gleichzeitig eine eigenständige "Meßmethode", die in der Phonetik als mindestens gleichrangig neben dem Ausmessen und Interpretieren der Sonagramme steht.

Teilweise diente die auditive Auswertung auch der Kontrolle der Sonagramme, wenn z.B. auf einem Sonogramm der Explosivlaut [t] nur mehr schwach eingezeichnet war oder wenn sich die Inscriptionen in der Okklusionspause * (im weiteren: OP) nicht sicher vom Gestaltcharakter des [t] abgrenzen ließen, so daß eine Messung und Beurteilung seines Gestaltcharakters fraglich schien, konnte der auditive Befund zu einer positiven Entscheidung führen, wenn man ein schwaches, aber noch deutliches [t] hörte.

Die Wiedergabe der auf Tonband gespeicherten TW erfolgte mit einem Tonbandgerät der Firma Telefunken.

Das Abhören der Tonbänder geschah zusammen mit B . P O - S C H E N , weil wir glaubten, hierdurch die Fehlerhäufigkeit herabdrücken zu können.

Zuerst wurden die TW, die ohne irgendeinen Einsatz gesprochen waren, der sog. Null-Wert, auf sprachliche Besonderheiten untersucht und diese gegebenenfalls im Protokoll vermerkt. Dabei wurden alle TW eines Versuches erst im Zusammenhang gehört; daraufhin jedes Wort mindestens dreimal allein.

Alle anderen Versuche wurden in der eben beschriebenen Weise ausgewertet. In Zweifelsfällen wurde jedes einzelne TW wiederholt mit seinem Null-Wert verglichen.

- * Anm.: Die Okklusionspause vor Explosivlauten ist eine Phonationspause, in der der zur Überwindung des Lippenschlusses nötige Schalldruck im Ansatzrohr erzeugt wird. Auf dem Sonogramm stellt sie sich bei nicht beeinflusster Lautbildung normalerweise als nicht geschwärzte "leere" Fläche vor dem Explosivlautstrich dar.

g) Vorbemerkungen zu den Protokollen
der auditiven Auswertung

Zum besseren Verständnis sei es uns gestattet, einige Vorbemerkungen zu den Protokollen der auditiven Auswertung zu machen.

Die phonetischen Besonderheiten, die teils durch die sprecherische Eigenart der Pbn, teils durch unsere G. E. bedingt waren, sind im Protokoll festgehalten worden. Die Protokolle befinden sich beim Verfasser. Der besseren Anschauung halber haben wir ein Protokoll im Anhang S. 9 wiedergegeben.

Dabei wurde im allgemeinen die phonetische Umschrift nach C . u . P . M A R T E N S gebraucht, die auf der internationalen phonetischen Transkription (API) beruht.

Die Schwierigkeit, akustische Nuancen durch Worte und Lautsymbole wiederzugeben, hat dazu geführt, daß sicherlich vieles nicht berücksichtigt wurde und somit untergegangen ist. Oft sahen wir uns nicht in der Lage, lautliche Unterschiede, die wir wohl hören konnten, durch Worte oder Zeichen festzulegen und so weiterzuvermitteln.

Für einige auffallend häufige Erscheinungen haben wir neue Lautsymbole eingeführt:

- für das gelispelte [s] = [ʃ]
für das gelispelte [z] = [ʒ]
Damit gleichbedeutend steht die Abkürzung "Sigm."
für Sigmatismus.
- für den zu einer Art lateralem Frikativ entlabialisierten S- und Sch-Laut, wie er z.B. im Wallisischen und im Zulu-Idiom vorkommt (J . G Ö S C H E L) :
[ʃ̥] , [ʒ̥] , [ʃ̥ʒ̥] .

Dieses zusätzliche Zeichen, ein auf dem Lautsymbol sitzendes Komma, ist im Falle der Entlabialisierung auch bei anderen Lauten angewendet worden, z.B. beim

$[f] : [f]$.

Ein Minuszeichen hinter einem Lautsymbol bedeutet in der Phonetik, daß die Artikulationsstelle des betreffenden Lautes weiter nach dorsal verlegt worden ist als es der deutschen Hochsprache und in unseren Versuchen dem Null-Wert dieses Wortes entspricht.

Als Beispiel: $[\zeta -]$ bedeutet, daß hier kein reines $[\zeta]$ gebildet wurde, sondern daß das $[\zeta]$ in Richtung auf ein $[x]$ zugeht.

Ein Pluszeichen hinter einem Lautsymbol bedeutet, daß der betreffende Laut weiter ventral gebildet wurde.

Beispiel: $[x +]$: Das $[x]$ geht auf ein $[\zeta]$ zu.

Ist zum Beispiel ein S-Laut mit erhöhtem Schalldruck gesprochen worden, so wird es als " $[S]$ scharf" gekennzeichnet.

Für den hessischen retroflexen R-Laut ist folgende Umschrift üblich und verwendet worden $[\tau]$.

Mit dem Attribut "kloßig" wird die Sprechweise gekennzeichnet, wenn die Phonation im Vergleich zum Null-Wert weiter nach dorsal verlegt ist.

Unter "gespeichelt" verstehen wir eine Sprechweise, bei der man zu hören meint, wie der Speichel im Munde des Sprechers in vielen kleinen Blasen zerplatzt.

h) Vorbemerkungen zur Auswertung
der Sonagramme

Die Sonagramme der Pbn 1 und 2 sind nur für den Frequenzbereich von 0 - 4 kHz angefertigt worden, da bei diesen Pbn in erster Linie die Vokale untersucht werden sollten. Die Formanten (Obertöne) der Vokale gehen nur in den seltensten Fällen über einen Frequenzbereich von 4 kHz hinaus.

Konsonanten haben einen weit höheren Frequenzbereich, der bis 8 kHz und noch darüber hinausgeht. Deshalb sind die Sonagramme für die Untersuchung der Konsonanten bei den Pbn 3 - 7 bis 8 kHz angefertigt worden.

Die Untersuchung der Sonagramme ist kein reiner Meßvorgang im naturwissenschaftlichen Sinne, sondern gleichzeitig beinhaltet sie ein gewisses Maß an Interpretation. Sprache und Sprechen ist nicht eine Aneinanderreihung von einzelnen, unveränderten Lauten, sondern ein Kontinuum, bei dem die aufeinanderfolgenden Laute durch Koartikulation miteinander verbunden und so auch in ihrem lautlichen Charakter verformt werden. Daher ist es bei den im Visible-Speech-Verfahren hergestellten Sonagrammen nicht möglich, die Lautfolge eindeutig und unverrückbar in einzelne Laute abzugrenzen und aufzuteilen. Das bedeutet, daß es in vielen Fällen zwischen zwei Lauten eine, wenn auch nur kurze Spanne gibt, die man weder eindeutig dem einen noch dem anderen Laut zuordnen kann (J . G Ö - S C H E L) .

Diese Spanne ist praktisch ein Mittelding zwischen beiden Lauten und stellt den Übergang vom ersten zum darauffolgenden Laut dar. Sie ist von uns nicht als selbständige Meßstrecke berücksichtigt worden, sondern wir haben diese Zwischenlautstrecke gleichmäßig auf die umgebenden Laute verteilt; am Beispiel der Sonagramme also auf den linken und rechten Laut.

Das Meßergebnis hängt somit auch von der Erfahrung des Messenden ab. Der einzelne Wert kann kein absoluter Wert sein, sondern nur ein relativer Wert (Mittelwert).

Die Auswahl der zu sonographierenden TW geschah nach der auditiven Auswertung (s.o.), d.h. es sind die TW sonographiert worden, bei denen Veränderungen hörbar waren. Allerdings sind nicht alle TW mit lautlichen Veränderungen sonographiert worden. Manche TW, die eine Lautstörung hatten, sind nicht sonographiert worden, wenn der gestörte Laut bei dem gleichen Pb und auch im gleichen Test bereits sonographisch untersucht war (siehe Anhang S.10,11).

Von den sonographierten TW sind im allgemeinen nur die Laute ausgemessen worden, die nach optisch-qualitativer Untersuchung (s. u.) Unterschiede gegenüber dem Null-Wert versprachen.

Es wurde darauf Wert gelegt, von den Frikativen möglichst viele S- und Sch-Laute zu untersuchen, um den auditiven Befund der Störanfälligkeit (s. u.) möglichst zu erhärten, ohne allerdings die anderen Lautgruppen zu sehr zu vernachlässigen. Explosivlaute sind ebenfalls öfter untersucht worden.

Der typische Gestaltcharakter der sonographierten Laute ist von uns in seine einzelnen Bestandteile aufgegliedert worden:

- Gesamtfrequenzbereich (F) gemessen in kHz
- Hauptfrequenzbereich (H) gemessen in kHz
 (bei Vokalen: Formanten)

- Phonationsdauer (P) gemessen in mm *
- Okklusionspause (OP) gemessen in mm
- Schwärzungsgrad der (I)
Inscription

Der Schwärzungsgrad der Inscription (H . F Ö R -
S T E R) ist ein Maß für den Schalldruck, mit dem
ein Laut gesprochen worden ist. In Übereinstimmung mit
P . S T R E V E N S haben wir ihn in drei Grade
eingeteilt: wenig, mittel, stark.

Die Sonagramme unserer Versuche zeigten oft Inscriptionen
in der OP vor Explosivlauten. Diese Schwärzungen sind
ebenfalls nach ihrem Schwärzungsgrad: wenig, mittel, stark
beurteilt worden.

Unter dem Begriff OP ist also sowohl die zeitliche
Dauer als auch die Veränderung des Gestaltcharakters
durch Inscriptionen gemessen worden.

Wenn ein Explosivlaut als Anlaut steht, kann keine OP
gemessen werden.

- * Anm.: Die zeitliche Variante Phonationsdauer stellt
sich als Strecke auf der Abszisse (Null-Linie)
des Sonagramms dar. Diese Strecke ist in mm
gemessen worden. Es wurde darauf verzichtet,
die Meßeinheit mm in sec. umzurechnen, da es
in unserer Untersuchung nur auf den Vergleich
von Werten ankam, nicht aber auf die absoluten
Werte.

i) Die optisch-qualitative Methode zur
Auswertung der Sonagramme

Bei dieser Methode ist folgendermaßen verfahren worden:

Man legte die zu vergleichenden Sonagramme untereinander - obenan der Null-Wert - und verglich nach Augenmaß die Laute in ihrem Gestaltcharakter miteinander. Auf diese Weise lassen sich Abweichungen des Gestaltcharakters vom Null-Wert sehr gut erkennen und beschreiben.

Mit dieser Methode sind vor allem die Sonagramme der Pbn 1 und 2, bei denen in erster Linie die Vokale untersucht werden sollten, und die Sonagramme der TW des Schichtstärkenversuchs der Pbn 4 und 5 ausgewertet worden.

In den anderen Versuchen wurde diese Methode dazu benutzt, die Laute aus den sonographierten TW auszulesen, die Veränderungen zeigten und deren Ausmessung mit der optisch-quantitativen Methode (s. d.) sinnvoll erschien.

k) Die optisch-quantitative Methode
zur Auswertung der Sonagramme

Bei dieser Methode zur Auswertung der Sonagramme ist wie folgt verfahren worden:

Nach einer Eichmessung des Sonagraphen für den Frequenzbereich von 0 - 8000 Hz ist eine Meßskala gezeichnet worden*.

* Anm.: Für die Sonagramme mit einer Frequenz bis 4 kHz gebrauchten wir eine Meßskala, die von der Firma Kay Electric Co. geliefert worden war.

Die Sonagramme sind mit Hilfslinien zur Abgrenzung und Verdeutlichung sowohl der einzelnen Laute voneinander als auch der Formanten bei Vokalen und Energiekonzentrationen bei Konsonanten versehen worden, um das Ablesen der Frequenzwerte an der Meßskala zu erleichtern. Es wurden der Gesamtfrequenzbereich (F) und der Hauptfrequenzbereich (H), der gleichbedeutend mit den Formanten bei den Vokalen und den Energiekonzentrationen bei den Konsonanten ist, gemessen. Sehr schwache Inscriptionen bei einem Laut, der ansonsten einen mittleren Schwärzungsgrad der Inscription aufwies, blieben unberücksichtigt, da sie sonst das Gesamtbild des Gestaltcharakters dieses Lautes verfälscht hätten.

Die Phonationsdauer (P) ist mit einem Lineal mit Millimetereinteilung gemessen worden (s. Anm. S. 46), ebenso die Zeit der OP, für die das auf S.46 Gesagte sinngemäß gilt.

Zuerst ist der Null-Wert vermessen worden, danach die Sonagramme der TW, die mit G. E. gesprochen worden sind.

Um unsere Arbeitsweise zu veranschaulichen, haben wir zwei Sonagramme in den Abb. 11 und 12 dargestellt.

TYPE 9/88 SONAGRAM © KAY ELECTRIC CO., PINE BROOK, N. J.

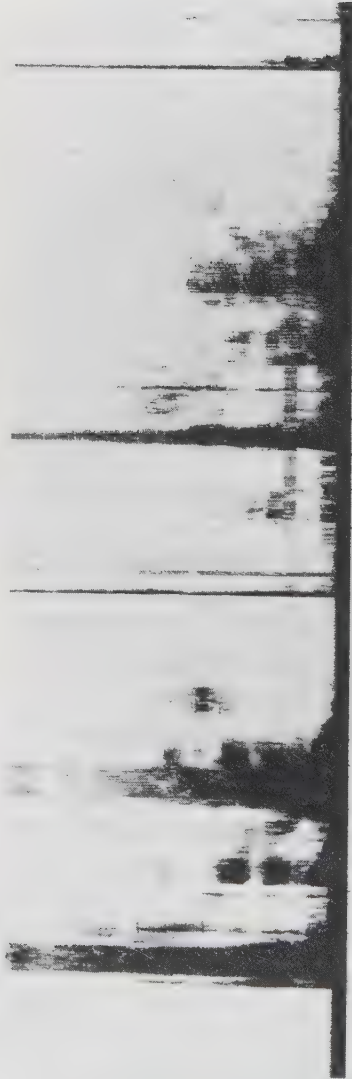


Abb. 12: Sonagramme der TW "Katzenschwanz" und "Spitzendienst" nach T 5 / 1 B / 10 und T 5 / 1 B / 11

TYPE 9/88 SONAGRAM © KAY ELECTRIC CO., PINE BROOK, N. J.

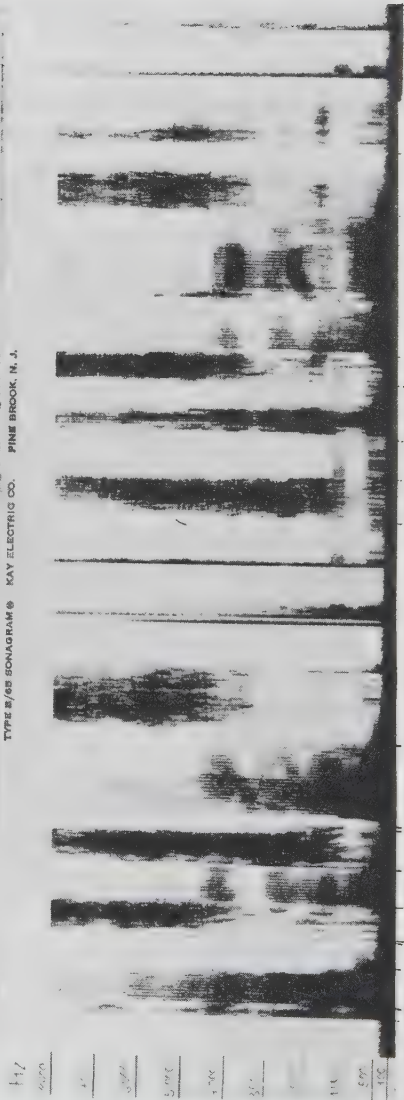


Abb. 11: Sonagramme des sog. "Null-Wertes" der TW "Katzenschwanz" und "Spitzendienst"

[ka tsənʃvan s] [ʃ (p)itsəndi:ns t]

S 5/1/10.11 844

B. III. Versuchsergebnisse

1. Versuchsergebnisse der Studie zur symmetrischen Ausbildung des Gaumendaches

a) Versuchsergebnisse der Untersuchungen mit dem Symmetrographen nach G . K O R K H A U S an Oberkiefermodellen

Die Versuchsergebnisse (im weiteren V.E.) haben wir der Übersicht halber in einer Tabelle zusammengefaßt.

Tab. 1: Meßwerte der transversalen Gaumenkurven
der Pbn 3 - 7 in mm:

Gaumen- kurve *	Meßwerte der linken (L) rechten (R) Gaumenhälfte	arithm. Mittel	mittlere Differenz
3.1	L = 10,0 R = 8,0	Lm = 9,8	
3.2	L = 8,0 R = 10,0	Rm = 8,6	Dm = $\pm$ 1,2 (L) ***
3.3	L = 10,0 R = 8,0		
**	-----		

* Anm.: Die 1. Ziffer bezeichnet den Pb,
die 2. Ziffer die Reihenfolge der Zeichnungen

** Anm.: Vor der strichlierten Linie stehen die Meß-
werte der vorderen, danach die der hinteren
Gaumenkurve

*** Anm.: (L) bedeutet, daß die linke Gaumenhälfte weiter ist
(R) bedeutet, daß die rechte Gaumenhälfte weiter ist

Gaumen- kurve	Meßwerte der linken (L) rechten (R) Gaumenhälfte	arithm. Mittel	mittlere Differenz
3.4	L ₁ = 11,5 L ₂ = 15,0 R ₁ = 11,5 R ₂ = 14,0	L _{1m} = 12,2 L _{2m} = 15,3	D _{1m} = 1,9 (L)
3.5	L ₁ = 12,5 L ₂ = 16,0 R ₁ = 10,0 R ₂ = 13,0	R _{1m} = 10,3 R _{2m} = 13,3	D _{2m} = 2,0 (L)
3.6	L ₁ = 12,5 L ₂ = 15,0 R ₁ = 9,5 R ₂ = 13		
4.1	L = 9,5 R = 10,0	Lm = 9,6	
4.2	L = 10,0 R = 10,0	Rm = 10,2	Dm = 0,6 (R)
4.3	L = 9,5 R = 10,5		
4.4	L ₁ = 12,5 L ₂ = 15,5 R ₁ = 11,0 R ₂ = 14,5	L _{1m} = 12,5	
4.5	L ₁ = 13,0 L ₂ = 16,0 R ₁ = 10,0 R ₂ = 14,0	L _{2m} = 15,7 R _{1m} = 11,0	D _{1m} = 1,5 (L)
4.6	L ₁ = 12 L ₂ = 15,5 R ₁ = 12 R ₂ = 15,5	R _{2m} = 14,7	D _{2m} = 1,0 (L)

Gaumen- kurve	Meßwerte der linken (L) rechten (R) Gaumenhälfte	arithm. Mittel	mittlere Differenz
5.1	L = 8,0 R = 9,0	Lm = 8,0	
5.2	L = 8,0 R = 9,0	Rm = 8,8	Dm = 0,3 (R)
5.3	L = 8,0 R = 8,5		

5.4	L ₁ = 7,0 L ₂ = 9,0 R ₁ = 9,0 R ₂ = 13,0	L ₁ m = 6,8 L ₂ m = 8,8	D ₁ m = 1,7 (R)
5.5	L ₁ = 7,0 L ₂ = 9,0 R ₁ = 8,0 R ₂ = 13,0	R ₁ m = 8,5	D ₂ m = 4,2 (R)
5.6	L ₁ = 6,5 L ₂ = 8,5 R ₁ = 8,5 R ₂ = 13,0	R ₂ m = 13	

6.1	L = 9,0 R = 9,0	Lm = 9,0	
6.2	L = 9,0 R = 9,0	Rm = 8,7	Dm = 0,3 (L)
6.3	L = 9,0 R = 8,0		

Gaumen- kurve	Meßwerte der linken (L) rechten (R) Gaumenhälfte	arithm. Mittel	mittlere Differenz
6.4	L ₁ = 8,5 L ₂ = 12,5 R ₁ = 8,5 R ₂ = 13,5	L _{1m} = 9,1	
6.5	L ₁ = 9,5 L ₂ = 13,5 R ₁ = 9,5 R ₂ = 14,0	L _{2m} = 13 R _{1m} = 9,0 R _{2m} = 13,3	D _{1m} = 0,1 (L) D _{2m} = 0,3 (R)
6.6	L ₁ = 9,5 L ₂ = 13,0 R ₁ = 9,0 R ₂ = 13,0		
7.1	L = 9,5 R = 7,0	Lm = 9,8	
7.2	L = 10,0 R = 6,5	Rm = 6,8	Dm = 3,0 (L)
7.3	L = 10,0 R = 7,0		
7.4	L ₁ = 12,0 L ₂ = 15,0 R ₁ = 10,0 R ₂ = 13,0	L _{1m} = 11,7	
7.5	L ₁ = 11,5 L ₂ = 14,0 R ₁ = 10,5 R ₂ = 13,0	L _{2m} = 14,3 R _{1m} = 10,3 R _{2m} = 13,2	D _{1m} = 1,4 (L) D _{2m} = 1,13 (L)
7.6	L ₁ = 11,5 L ₂ = 14,0 R ₁ = 11,5 R ₂ = 13,5		

b) Versuchsergebnisse der Symmetriemessungen am menschlichen Gaumen anhand von Photographien von Ausgüssen der Oberkiefer-Modelle mittels eines hierzu konstruierten Gerätes

Die Meßwerte sind in einer Tabelle zusammengefaßt worden:

Schliff	R	Meßstrecke a, b, c	L	Differenz * von L und R + / -
3.1	12,0	a	12,0	0,0 /
	17,0	b	16,5	0,5 (R) **
3.2	8,0	a	8,0	0,0 /
	14,0	b	13,5	0,5 (R)
	16,5	c	19,5	3,0 (L)
3.3	8,5	a	8,5	0,0 /
	11,5	b	12,5	1,0 (R)
	18,0	c	19,0	1,0 (L)
3.4	9,0	a	12,0	3,0 (L)
	12,0	b	13,5	1,5 (L)
	14,0	c	17,0	3,0 (L)
3.5	10,0	a	12,0	2,0 (L)
	12,5	b	14,5	2,0 (L)
	15,0	c	18,0	3,0 (L)
3.6	-	-	-	-
3.7	13,5	a	13,5	0,0 /
	17,0	b	16,0	1,0 (R)
	20,0	c	21,5	1,5 (L)

Tab. 2: Meßwerte der Symmetriemessungen
nach unserer Methode

- * Anm.: Es bedeuten: die 1. Ziffer in der Spalte "Schliff" die Nummer des Pb, die 2. Ziffer die laufende Nummer des Schliffes (s. Protokoll der Gaumenschliffe im Anhang S. 4); R bedeutet rechte und L linke G.H.; Meßstrecke a, b, c siehe Abb. 10, S. 33; die Meßstrecken und die Differenz der linken und rechten Meßstrecken sind in mm angegeben
- ** Anm.: (R) bedeutet, daß die rechte G. H. weiter ist
(L) bedeutet, daß die linke G. H. weiter ist.

Schliff	R	Meßstrecke a, b, c	L	Differenz von L und R + / -
4.1	14,5 21,0	a b	14,5 22,5	0,0 / 1,5 (L)
4.2	12,0 17,0 23,0	a b c	9,5 15,0 24,0	2,5 (R) 2,0 (R) 1,0 (L)
4.3	12,5 16,0 19,0	a b c	10,5 15,0 20,5	2,0 (R) 1,0 (R) 1,5 (L)
4.4	13,0 15,0 19,0	a b c	12,0 14,0 18,5	1,0 (R) 1,0 (R) 0,5 (R)
4.5	12,0 16,0 19,0	a b c	12,0 15,0 19,0	0,0 / 1,0 (R) 0,0 /
5.1	16,5	a	15,5	1,0 (R)
5.2	14,0	a	16,5	2,5 (L)
5.3	11,5 14,5	a b	13,0 15,5	1,5 (L) 1,0 (L)
5.4	8,0 12,0	a b	10,0 14,0	2,0 (L) 2,0 (L)
5.5	7,5 11,0 15,0	a b c	8,5 11,5 15,0	1,0 (L) 0,5 (L) 0,0 /
5.6	8,0 11,5 13,0	a b c	8,5 10,5 12,0	0,5 (L) 1,5 (R) 1,0 (R)
5.7	7,5 11,0 12,5	a b c	8,5 11,0 12,5	1,0 (L) 0,0 / 0,0 /
5.8	8,5 11,5 14,0	a b c	8,0 10,0 12,0	0,5 (R) 1,5 (R) 2,0 (R)

Schliff	R	Meßstrecke a, b, c	L	Differenz von L und R + / -
6.1	13,5	a	13,0	0,5 (R)
6.2	12,5	a	12,5	0,0 /
6.3	10,0	a	10,0	0,0 /
	14,0	b	14,0	0,0 /
6.4	8,5	a	8,5	0,0 /
	12,5	b	12,5	0,0 /
	16,5	c	17,0	0,5 (L)
6.5	9,5	a	9,5	0,0 /
	12,5	b	11,0	1,5 (R)
	15,0	c	13,5	1,5 (R)
6.6	10,0	a	9,0	1,0 (R)
	14,0	b	11,5	2,5 (R)
	15,5	c	14,0	1,5 (R)
7.1	-	a	-	- /
7.2	-	a	-	- /
7.3	13,5	a	16,5	3,0 (L)
7.4	-	-	-	- /
7.5	12,5	a	16,5	4,0 (L)
7.6	13,5	a	16,0	2,5 (L)
7.7	13,0	a	16,0	3,0 (L)
7.8	12,0	a	16,0	4,0 (L)
7.9	-	-	-	- /
7.10	10,0	a	12,0	2,0 (L)
	16,5	b	18,0	1,5 (L)
7.11	9,0	a	9,5	0,5 (L)
	12,0	b	12,5	0,5 (L)
	12,5	c	16,0	3,5 (L)

Schliff	R	Meßstrecke a, b, c	L	Differenz von L und R + / -
7.12	10,0	a	10,5	0,5 (L)
	11,5	b	12,0	0,5 (L)
	15,0	c	16,0	1,0 (L)
7.13	11,5	a	10,5	1,0 (R)
	13,0	b	13,0	0,0 /
	16,5	c	15,0	1,5 (R)

Zusammenfassung der Tabelle 2

- Pb 3 Im Bereich des vorderen und hinteren harten Gaumens beträgt die transversale Weite der linken G. H. bis zu D = 3 mm mehr als die der rechten G. H.
- Pb 4 Die rechte G. H. ist im vorderen Bereich bis zu D = 2,5 mm weiter.
- Pb 5 Im vorderen Bereich des harten Gaumens ist die linke G. H. bis zu D = 2,5 mm weiter, während im hinteren Bereich die rechte G. H. bis zu D = 2,0 mm weiter ist.
- Pb 6 Eine laterale Abweichung der G. H. ist nur im hinteren Bereich festzustellen. Die rechte G. H. ist um maximal D = 2,5 mm weiter.
- Pb 7 Die linke G. H. ist im vorderen Bereich bis zu D = 4 mm und im hinteren Bereich bis zu D = 3,5 mm weiter.

Eine gewisse Abweichung der Ergebnisse der Symmetriemessungen nach unserer Methode von denen nach der Methode G. KORKHAUS mag daher kommen, daß die Meßpunkte nicht genau identisch sind. Eine anteriore-posteriore Abweichung von ± 1 mm der Meßpunkte voneinander kann eine laterale Abweichung der G. H. von etwa 2 mm ergeben, je nachdem, ob z.B. der Meßpunkt auf einer Gaumenfalte liegt oder daneben.

Unter diesem Gesichtspunkt weichen die Ergebnisse der Symmetriemessungen nicht wesentlich von den nach der Methode G. KORKHAUS gewonnenen ab.

Wir verzichten deshalb im weiteren auf die Diskussion der Ergebnisse nach unserer Methode.

2. Ergebnisse der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung

a) Die Ergebnisse der Protokolle der auditiven Auswertung

aa) Die Ergebnisse der Versuche nach Testwortlisten A und B

Bei den Pbn 1 und 2 sind vorrangig Vokale untersucht worden.

Pb 1 In den TW 1 - 8 bei Pb 1 kommen folgende Vokale vor:
[a] , [ä] , [ɛ] , [ə] , [o] , [ɔ] , [u] , [ʊ] ,
[œ] und [ɣ] .

Die auditive Kontrolle zeigt, daß sich die Vokalqualitäten mit einer Ausnahme fast überhaupt nicht

ändern. Die Ausnahme ist der Vorderzungenvokal mit Lippenspreizung [i].

In T 6 wird [i] zu [y] bei den TW "ideale Handlung" und "Bienenstock".

Das bedeutet, daß aus dem Vorderzungenvokal mit Lippenspreizung [i] der Vorderzungenvokal mit Lippenrundung [y] geworden ist. Hier liegt also eine Labialisierung eines Lautes vor. Zusätzlich wird die Artikulationsstelle nach dorsal verlagert worden sein (siehe Entwurf J. GÖSCHEL, 1974, Phonetische Lautqualitäten). Diese Zurückverlagerung kann durch den G. E., der die Z 1 + 2 + 3 bedeckt, erklärt werden.

Phonetische Lautqualitäten

1 Vokale

Kieferwinkel	VORDERZUNGE palatal Lippen: gespreizt/rund	MITTELZUNGE zentral Lippen: gespreizt / rund	HINTERZUNGE velar Lippen: gespreizt / rund
geschlossen			
sehr hoch	i y	ɨ ʉ	
hoch	ɪ ʏ	ʲ ü	ʊ u
halbhoch	e ø	ë ü	ʋ ʊ
mittel	ɛ œ	ě ǖ 3 HINTERE MITTELZUNGE gespreizt/rund	ɤ ɔ
halbtief		æ ɐ ǝ	ʌ ɔ
tief		a	ä ɒ ɑ ɒ
offen			

Eingetragen sind die Zeichen des Transkriptionsinventars der Association Phonetique Internationale (API): The Principles of the International Phonetic Association, London 1949. Vgl. auch Edeltraud Kneitschke/Margret Sperlbauer, Anleitung für die Herstellung der Monographien der Lautbibliothek (Phonetik Bd. 2), Basel (Schweiz)/New York 1967.

Abb. 11: Phonetische Lautqualitäten

(nach J. GÖSCHEL, 1974)

Aus den Protokollen ist ersichtlich, daß die Reibelaute [s] und [ʃ] relativ oft im Verhältnis zu anderen Lauten gestört werden. Der T 1/2 läßt auditiv keinen Unterschied zu T 1/1 erkennen. Daraus kann gefolgert werden, daß sich das von uns konstruierte Drahtgestell zur Befestigung des Plattenwachses phonetisch nicht auswirkt.

Pb 2 Die TW von Pb 2 beinhalten folgende Vokale:
[a] , [ä] , [i] , [ɪ] , [ɛ] , [e] , [ə] , [u] ,
[ʊ] , [o] , [ɔ] , [ø] , [œ] , [ɣ] und die
Diphthonge [ɔø] und [aɔ] .

Die hörbare Veränderung der Vokalqualitäten ist äußerst gering. Allerdings tritt in T 2 und T 3 die Umwandlung des [i] zu [i-] oder auch schon zu einem [ɣ] auf.

Allgemein imponiert die "kloßige" Aussprache des Pb 2.

Bei den Konsonanten fällt besonders die häufig gestörte Bildung der Zischlaute [s] und [ʃ] auf. [ʃ] zeigt mehrmals einen Sigmatismus. Beim Laut [ʃ] hört man deutlich die Bildung dieses Lautes mit gespreizten Lippen, im Sinne einer Entlabialisierung zu einer Art lateralem Frikativ (J . G Ö S C H E L), statt mit gerundeten und vorgestülpten Lippen.

Die Untersuchung der Vokalqualitäten bei den Pbn 1 und 2 hat einen negativen Befund in bezug auf ihre Veränderlichkeit gebracht. Die Ausnahme, nämlich die Umwandlung des [ɨ] zum [ɣ] soll weiter verfolgt werden.

Der negative Befund in bezug auf die Vokale widerspricht dem unter B I 2 Aufgeführten, ist uns allerdings von phonetischer Seite vorausgesagt worden.

J. G Ö S C H E L sagte uns, daß "Vokale für die Versuchszwecke ungeeignet sind, da die Verminderung des Luftvolumens im Ansatzrohr durch die G. E. zu gering ist, als daß sie nicht durch die dehnbaren Anteile des Ansatzrohres kompensiert werden könnte".

J. O N D R A Č K O V A (zitiert nach H. F Ö R S T E R) führt zum gleichen Problem aus: "Für die Identifikation des Vokals als eines durch verschiedenartige Stellung der beweglichen Teile der Sprechorgane modifizierten akustischen Effekts, ist im Gegenteil das Verhältnis des Rauminhalts der Mundhöhle und der Rachenhöhle relevant."

Von vornherein kann man aus der Erfahrung als Zahnarzt sagen, daß die Pbn nur einen G. E. tolerieren, dessen Rauminhalt gegenüber dem der Mundhöhle, vor allem bei den offenen Vokalen, relativ gering ist, so daß die Minderung des Rauminhalts der Mundhöhle gegenüber der der Rachenhöhle nur von untergeordneter Bedeutung sein kann. Das bedeutet, daß die Vokale für unsere Untersuchungen ausfallen müssen (Ausnahme: [ɨ] s. o.).

Bei den Pbn 3 - 7 sind deshalb vor allem die Konsonanten untersucht worden.

Pb 3 Bei Pb 3 kommt es durch unsere G. E. zu einem geringen "Heilerfolg" des Sigmatismus. Der T 3/2 zeigt keine nennenswerte Veränderung gegenüber dem Null-Wert T 3/1. Der Sigmatismus und der hessische retroflexe R-Laut sind unverändert geblieben. Die Entlabialisierung des Sch-Lautes kommt einmal vor (3/2/10 *). Ebenso die Zurückverlagerung des F-Lautes zu [f]. Andere Konsonanten zeigen keine definierbaren Störungen.

In T 3/3 fällt eine Abschwächung des Sigmatismus (3/3/2, 3/3/7, 3/3,17) und eine z. T. "kloßige" Aussprache auf. Die gespreizt gesprochenen Reibelauten [ɬ] und [ʃ] kommen viermal vor. Aus dem [f] ist in T 3/3/9 ein [v] geworden. Der Laut ist also verstimmhaftet und zurückverlagert worden.

In T 3/4 ist die Sprache etwas weniger "kloßig" als in T 3/3, Sigmatismus und retroflexer R-Laut sind gleich ausgeprägt wie in T 3/3. Die Entlabialisierung des Sch-Lautes kommt nur einmal vor. Das [f] wird auch in T 3/4/9 zu einem [v].

In T 3/5 wird das Sprechen "kloßiger" als bisher und ist oft undeutlich. Sigmatismus und retroflexer R-Laut sind fast unverändert. Entlabalisierte Reibelauten kommen sechsmal vor.

Eine Zurückverlagerung des Vokals [ɪ] zu [y] ist bei diesem Pb, auch bei gleichen G. E., nicht aufgetreten.

- * Anm.: Dieser Schlüssel besteht aus drei Ziffern, die folgendes bedeuten: 1. Ziffer: Pb
- 2. Ziffer: Nr. des Testes
- 3. Ziffer: Nr. des TW.

Der gleiche Schlüssel findet auch zur Kennzeichnung der Sonagramme Verwendung.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei Pb 3 durch unsere G. E. am leichtesten eine Störung der S- und Sch-Laute erreicht worden ist. Hier ist auch eine Abschwächung des Sigmatismus als Störung und Abweichung vom Null-Wert gewertet worden.

Das [f] ist in ein [v] verwandelt worden.

Die anderen Konsonanten zeigten keine für uns brauchbaren Störungen. Für den LZT empfehlen wir den G. E. aus T 3/3.

Pb 4 Dieser Pb hat eine klare und deutliche Aussprache und keine Sprechfehler (T 4/1).

Bei TW 4/1/12 und 4/2/12 liegt ein Lesefehler vor (Pferdesitze statt Pferdezitze).

In T 4/2 kommt sechsmal ein Sigmatismus vor. Bei den TW 4/2/1 und 4/2/3 finden wir die Zurückverlagerung des [l] zu [ɣ]. Die Frikative [s], [ç], [z], [ʃ] werden elfmal entlabialisiert.

Insgesamt ist das Sprechen stark gestört. Die Entlabialisierung und "speichelige" Aussprache der S- und Sch-Laute ist auffallend oft. Außerdem scheinen diese Laute ineinander überzugehen und sind nicht mehr exakt trennbar.

In T 4/3 ähneln die Störungen der Lautbildung sehr stark denen in T 4/2, sind aber geringer ausgeprägt. Das kann dadurch erklärt werden, daß der G. E. in T 4/2 und 4/3 derselbe ist und beide T direkt hintereinander gesprochen worden sind.

Wahrscheinlich liegt hier ein Lernprozeß im Sinne einer Habituation (H . H E N S E L) vor.

In T 4/4 überwiegen die "kloßige" Aussprache und die Entlabialisierung der Frikativen.

In T 4/5 entspricht der Störungsgrad etwa dem von T 4/2, ebenso die Entlabialisierung der Frikativen [S] , [Z] , [ʃ] . Neu hinzu kommt, daß die Laute [u] , [y] , [ɑ] in TW 4/5/23 nasaliert sind und der L-Laut in 4/5/5 wie ein englischer L-Laut gesprochen wird, d. h. weiter nach hinten zum Palatum verlagert wird (palatales L: [ʎ]). Ein ähnlicher L-Laut findet sich im Deutschen in der Lautverbindung [Rl] wie in "Erlkönig".

In T 4/6 ist allgemein die Einzellautbildung gestört und ineinander verschliffen. Daraus resultiert eine geringere Verständlichkeit als in den T 1 - 5, die in einigen Fällen bis zur Unverständlichkeit geht. Die Zungenartikulation ist sehr stark behindert und es fällt auf, daß die Laute vermehrt entlabialisiert werden.

Der T 4/13 ist gut verständlich. Störungen sind hauptsächlich bei den S- und Sch-Lauten als Entlabialisierung zu finden.

Für T 4/2/3 trifft das über T 4/1/3 Gesagte in gemilderter Form zu.

In T 4/3/3 ist das Sprechen dem Null-Wert stark angenähert. Die Störungen scheinen vom auditiven Eindruck her zu gering, als daß der hier verwendete G. E. für einen LZT geeignet erscheint.

Sogar die S- und Sch-Laute, die sonst sehr leicht zu stören waren, sind hier kaum verändert.

Für den LZT empfehlen wir die G. E. aus T 4/1 B und 4/2 B. Wenn auch bei anderen Tests die Sprache stärker gestört und somit das Ergebnis für unsere Zwecke günstiger ist, hat es der Pb abgelehnt, diese G. E. über mehrere Tage zu tragen (siehe Versuchsprotokoll).

Auch bei diesem Pb sind die Frikativen, darunter wieder die [s], [z], [ʃ] am stör anfälligsten.

Pb 5 Der Pb 5 hat ebenfalls keinen Sprechfehler. Die Phonation ist sehr gleichmäßig. Stimmhafte Laute kommen gut zur Geltung (T 5/1). Bei T 5/2 liegt die gleiche V. A. wie bei T 4/2 vor. Wir finden zwölfmal eine Entlabialisierung von Lauten und sechsmal einen Sigmatismus. Zweimal wird ein S-Laut mit stärkerem Schalldruck (Intensität) gesprochen ("s" scharf).

Bei TW 5/2/16 liegt der Anfangslaut zwischen einem stimmhaften [g] und dem stimmlosen [k]. Im Vergleich zu T 4/2 ist hier das Sprechen weniger gestört.

In T 5/3 entsteht der Eindruck, als ob der Pb das Sprechhindernis durch stärkeren Schalldruck überwinden will. Die Entlabialisierung der Frikativen ist sehr häufig und einige Male mit "speicheliger" Aussprache verbunden. Sigmatismus kommt ebenfalls vor.

In T 5/1 B fallen die Entlabialisierung und die "speichelige" Aussprache auf.

In T 5/2 B sind die TW etwas undeutlicher gesprochen als in T 5/1 B. S- und Sch-Laute sind stärker gestört.

T 5/3 B ist nur noch gering gestört. Abgesehen von einer [ʃ]-Bildung und zwei Sigmatismen haben wir eine ungestörte Lautbildung. Allerdings kann man trotzdem heraushören, daß der Pb einen Fremdkörper im Munde trägt. Das Sprechen ist leicht in Richtung "kloßig" verändert.

Auch hier fällt auf, daß die Frikativen [s] , [z] , [ʃ] am leichtesten gestört werden können. Wir empfehlen einen G. E. ähnlich T 5/1 B oder T 5/2 B, weil sie ausreichende Ergebnisse bei möglicher Toleranz des Pb zeigen. Der G. E. von T 5/3 B wird besser toleriert, allerdings besteht hier die Gefahr, daß die Störungen zu gering sind und sich daher Fehler bei der Interpretation der Sonagramme bemerkbar machen.

Pb 6 Der Pb 6 zeigt in T 6/1 keine phonetischen Besonderheiten.

Der T 6/2 ist nicht einheitlich gestört und muß teilweise als "kloßig" gesprochen bezeichnet werden.

Auffällig auch hier die Entlabialisierung von [s] , [ʃ] , [ʒ] . Zweimal ist die Zurückverlegung des [i] zu [y] angedeutet. "[s] scharf" kommt nur einmal vor.

T 6/3 hört sich "kloßig" an. Die Entlabialisierung fällt wieder auf. Die Bildungsorte der Laute scheinen mehr zurückverlagert zu sein, so z.B. bei 6/3/20 das [ç] zu [ç̠]. In TW 6/3/4 hat die Zunge bei der Bildung des L-Lautes eine retroflexe Stellung eingenommen.

Der T 6/4 ist nur in geringem Maße "kloßig" gesprochen. Die S- und Sch-Laute sind am häufigsten verändert. In TW 6/4/20 ist das [ç] zurückverlagert zu [x̠].

Bei Pb 6 haben sich die S- und Sch-Laute wiederum am häufigsten stören lassen. Für den LZT empfehlen wir die G. E. von T 6/2 und T 6/4.

Pb 7 Der Pb 7 spricht alle S-Laute sehr weich aus, so daß man den Eindruck hat, als würden die stimmlosen S-Laute [ç] in Richtung auf ein stimmhaftes [ç̠] gehen. Außerdem fällt in T 7/1 (Null-Wert) ein häufiges, deutlich hörbares Atemholen auf.

In T 7/2 hört man eine Veränderung des Sprechens in Richtung "kloßig". Obwohl man hört, daß der Pb einen Fremdkörper im Munde hat, sind lautliche Fehlbildungen nur selten und in geringem Ausmaß vorhanden. Das Atemholen hat nachgelassen.

In T 7/3 ist nur eine geringe Abweichung vom Null-Wert festzustellen. Das [ç̠] wird deutlich stimmhaft gesprochen. Entlabialisierung und Sigma-tismus sind nicht so oft wie in T 7/2.

Der T 7/4 ist etwas mehr gestört als T 7/3.

Der T 7/5 bringt eine "kloßige" Aussprache und ist teilweise stark gestört durch Entlabialisierung von Frikativen. Die Aussprache der TW ist manchmal undeutlich.

In T 7/6 wird vielfach das gesamte Wort "gespreizt" * gesprochen, nicht nur einzelne Laute. Dazu erscheint die Aussprache "speichelig". Ein Sigmatismus tritt nur einmal auf.

Zusammenfassend kann man zu Pb 7 bemerken, daß er außerordentlich schnell in der Lage war, die Auswirkungen der G. E. zu kompensieren. Die Störungen in der Lautbildung waren bei ähnlichen G. E. geringer als bei den anderen Pbn. Wir erklären dies mit der Tatsache, daß Pb 7 Germanist und etwas phonetisch geschult ist.

Trotzdem fällt auf, daß auch bei diesem Pb die S- und Sch-Laute sehr leicht zu stören sind. Von den vom Pb tolerierten G. E. kann der G. E. von T 7/4 empfohlen werden.

Tabellen mit einer Aufstellung darüber, welche TW aufgrund des auditiven Befundes zum Sonagraphieren ausgesucht wurden, befinden sich im Anhang S.12 ff.

Ebenfalls eine Aufstellung darüber, welche Laute in welchen TW bei welchen Pbn mit der optisch-quantitativen Meßmethode untersucht worden sind (s. Anhang S.15,16).

- * Anm.: Darunter verstehen wir, daß während der gesamten Phonationsdauer des TW die Lippenstellung gespreizt ist, wenn auch bei den einzelnen Lauten mehr oder weniger.

ab) Die Ergebnisse der Versuche zur
Bestimmung der Minimalschichtstärke

Dieser Versuch wurde nur mit den Pbn 4 und 5 (s.B II 2 a) durchgeführt. Es wurde nur auf die Störung der S- und Sch-Laute geachtet, da sich diese bei den bisherigen Versuchen als besonders störanfällig gezeigt hatten.

Pb 4 Bei Pb 4 ist der Grenzwert der gestörten S- und Sch-Lautbildung bei einer Schichtdicke von 5 mm erreicht. Die Phonation ist deutlich weniger "kloßig" als bei den Versuchen mit stärkerer Schichtdicke. Die S- und Sch-Laute sind nur noch viermal gestört (entlabialisiert) im Verhältnis zu sieben Störungen bei 6 mm Schichtstärke und zwei Störungen bei 4 mm Schichtstärke.

Pb 5 Bei Pb 5 ist der Grenzwert der gestörten S- und Sch-Lautbildung bei 4 - 5 mm Schichtstärke zu suchen. Die Anzahl der Störungen beträgt zwei bis drei gegenüber je zwei bei 6 und 7 mm Schichtstärke und null bei 3 mm Schichtstärke. Da die "kloßige" Aussprache bei 4 mm Schichtstärke fehlt, bei 6 mm aber gleich ist wie bei 10 mm, nimmt die Schichtstärke von 5 mm bei einer mäßig "kloßigen" Aussprache auch hier einen Mittel- oder Grenzwert ein.

Aufgrund des auditiven Befundes kann festgestellt werden, daß die geringste Schichtstärke, die eine noch ausreichende Störung verursacht, bei etwa 5 mm liegt, wenn man die gleiche V. A. wählt (G. E. von incisal bis zur Linie der Zähne 65/56, der Gaumenschleimhaut eng anliegend).

ac) Die Zusammenfassung der Ergebnisse
der auditiven Auswertung

Es kann festgestellt werden, daß durch die von uns
gewählten G. E. die Frikativen am zuverlässigsten
gestört werden konnten. Vor allem die S- und Sch-Laute
zeigten in der Entlabialisierung zu einer Art latera-
lem Frikativ und im Sigmatismus zwei Veränderungen, die
bei allen Pbn in sämtlichen Versuchen, wenn auch in un-
terschiedlicher Anzahl, auftraten. Die Laute sind also
für eine Untersuchung im LZT besonders geeignet.

Als G. E. haben sich vor allem die bewährt, die die Zo-
ne 2 (s. Abb. 4, 7) in einer Schichtstärke von 6 - 8,5 mm
bedecken. Der G. E. kann individuell variiert werden.
Diese Versuchsanordnung in einer Schichtstärke um 7 mm
wird ganz sicher genügend Störungen erbringen.

Als minimale Schichtstärke bei einem G. E., der die
nach distal verlängerte Zone 2 bedeckt, und noch aus-
reichende Störungen verursacht, sehen wir 5 mm an.

b) Die Ergebnisse der optisch-qualitativen
Methode zur Auswertung der Sonagramme

ba) Die Ergebnisse bei den Probanden 1 und 2

Pb 1 In den T 1 - 5 läßt sich kein Unterschied im
Gestaltcharakter der Vokale im TW 1 "ideale
Handlung" wahrnehmen, außer bei dem Laut [i] .
Der Schwärzungsgrad der Inscription verliert von
T 1 - T 5 um mindestens ein Grad von "mittel" zu
"wenig" an Intensität (s. S. 45).

In T 6 fehlen die beiden oberen Formanten des [i] ,
das bedeutet, daß [i] in Richtung auf [y] zugeht
(vgl. auditive Auswertung Protokoll 1/6/1).
Außerdem liegt der F₂ um 0,3 kHz tiefer.

Bei den übrigen Vokalen zeigt der Test 6 eine
Verwischung und Auflösung des Gestaltcharakters
oberhalb von 2 kHz.

TW 2: "kaputtes Pflaster" - T 1, 2, 3, 5, 6

Die Änderung des Gestaltcharakters der einzelnen
Vokale ist so geringfügig, daß sie als geringe
Variante der phonetischen Norm angesehen werden
muß. Lediglich der Schwärzungsgrad der Inscription
der S-Laute wird in T 3, 5 und 6 intensiver.
Eine quantitative Auswertung erscheint uns so
überflüssig.

TW 8: "Zwergrose" - T 1-6

Auch hier finden wir keine Änderung des Gestalt-
charakters der Vokale und des Diphtongs æ von
T 1-5. Der Laut [g] zeigt geringe Veränderungen.

Der Schwärzungsgrad von [S] nimmt zu ab T 4. Im Sonagramm (im weiteren: S) 1/6/8a * sehen wir eine Abschwächung der hohen Frequenzen bei [ɛ] und [o]. Das S 1/6/8b zeigt den Beginn einer Auflösung des Gestaltcharakters bei [ɛ] ab 2 kHz.

Die unterschiedliche Phonationsdauer der einzelnen Laute, die die jeweilige Sprechgeschwindigkeit wiedergibt, ist von verschiedenen Faktoren abhängig, unter denen der Faktor G. E. nur einer von vielen ist.

Der entscheidende Faktor scheint die augenblickliche psychische Disposition zu sein.

Aufgrund des optisch-qualitativen Befundes scheint uns eine optisch-quantitative Auswertung nicht nötig.

Pb 2 TW 1, T 1-4

Die Vokale [i], [e], [a], [ə], [ɔ], [u] zeigen allgemein ab 1,5 kHz einen stärkeren Schwärzungsgrad der Inscription. Der Gestaltcharakter bleibt klar erkennbar, so daß allenfalls von einer geringgradigen Störung gesprochen werden kann.

Der Vokal [u] ist am wenigsten gestört. Der Vokal [ɪ] zeigt stärkere Abweichungen. Der Schwärzungsgrad der Inscription seines zweiten Formanten (im weiteren: F₂) und F₃ im S 2/2/1 und vor allem im S 2/3/1 ist intensiver. Auch hier wird [i] zu [y].

* Anm.: Der Schlüssel der Sonagrammbezeichnungen ist aufgebaut:

1. Ziffer		2. Ziffer		3. Ziffer
1	/	6	/	8a
Pb		Test Nr.		TW

TW 2, T 1-4

Die Schleifenbildung zwischen F_2 und F_3 beim Vokal [a] ist in den S 2/2 - 4/2 gegenüber dem Nullwert abgeschwächt. Der Schwärzungsgrad der Inscriptio ist etwa gleich. F_3 des Vokals [u] zeigt in den S 2/2/2 und 2/3/2 deutliche Abweichungen. Beim ersten [ə] ist keine nennenswerte Änderung des Gestaltcharakters festzustellen. Beim [d] ist in S 2/2/2 ein geringerer Schwärzungsgrad der Inscriptio festzustellen, der aber keine Beurteilungstufe ausmacht. Beim zweiten [ə] ist in allen Tests mit G. E. der Schwärzungsgrad der Inscriptio deutlich geringer. Dieser Laut zeigt in TW 2 die größte Variabilität unter den Vokalen in bezug auf seine Intensität. Nach J. G. Ö S C H E L ist das ein wichtiges Ergebnis am Rande für die Phonetik.

TW 8, T 1-4

Der Gestaltcharakter von [ɛ] zeigt eine zu geringe Veränderung. Der Schwärzungsgrad der Inscriptio ist gleich. Der Vokal [o] zeigt eine geringe Veränderung in S 2/3/8. Der Formant bei 1,5 kHz ist nur andeutungsweise vorhanden. [ə] weist nur im S 2/2/8 eine geringe Änderung des Gestaltcharakters auf.

Als wesentlich für unser Modell stellen wir heraus:

Die optisch-qualitative Auswertung der Sonagramme bei den Pbn 1 und 2 hat zu geringe Unterschiede der Gestaltcharaktere der Vokale ergeben. Bisher erscheinen die Vokale in den TW 1, 2 und 8 ungeeignet für eine phonetische Untersuchung. Eine Ausnahme bildet das [ɪ] in TW 1. Die Zurückverlagerung des [ɪ] zum [y] kann als gutes Ergebnis angesehen werden. Es wird bei den übrigen Pbn weiter verfolgt.

bb) Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung
der Minimalschichtstärken bei den Pbn 4 und 5

Es wurden die S. der Versuche zur Erlangung der Mindestschichtstärke untersucht.

Pb 4 TW 11 "Spitzendienst"

Die S. der Versuche mit Schichtstärken von 0 - 3 mm zeigen nach dem ersten [l] deutliche okklusale Pausen ohne Inscriptionen vor dem Explosivlautstrich des ersten [t] und nach dem typischen Gestaltcharakter von [s]. Bei einer Schichtstärke von 4 mm treten zum erstenmal leichte Schwärzungen in der Okklusionspause auf. Die ursprüngliche Unterteilung ist noch gut erkennbar.

Bei einer Schichtstärke des G. E. von 6 - 10 mm ist die deutliche Aufgliederung des Ausgangsbefundes völlig aufgehoben zugunsten eines einheitlichen amorphen Gestaltcharakters des [s] von 4 mm Länge (Phonationsdauer) in einem Frequenzbereich von 1,5 kHz bis 8 kHz.

Bei 5 mm Schichtstärke sehen wir eine Kombination beider Bilder. Im Bereich der ursprünglichen Okklusionspause (im weiteren: OP) finden wir die amorphen Inscriptionen in vermindertem zeitlichen (2,2 mm Phonationsdauer) und Frequenz-Ausmaß (3,5 - 8 kHz). Die Gestaltcharaktere von [t] und [s] sind noch gut zu erkennen.

TW 10 "Katzenschwanz"

Bei der ersten Affrikate [ts] läßt sich ein entsprechender Befund erheben. Es besteht eine

deutliche Änderung des Gestaltcharakters beim Übergang von 3 nach 4 mm Schichtstärke, allerdings ohne den Übergangswert, der beide Gestaltcharaktere kombiniert zeigt, wie bei TW "Spitzen-dienst" (Schichtstärke 5 mm).

Die zweite Affrikate [ts] * zeigt im Null-Wert einen Unterschied zum ersten [ts] : Die OP vor fehlt und die Phonationsdauer des [s] ist länger.

Von 0 - 4 mm Schichtstärke gleichen sich die Gestaltcharaktere des zweiten [ts]. Ab 5 mm Schichtstärke fehlt die intensive Energiekonzentration um 4,5 kHz (Ausnahme: Schichtstärke 7 mm) zugunsten einer gleichmäßig schwachen Intensität zwischen 3 und 8 kHz. Die Phonationsdauer (im weiteren: P) beträgt bei einer Schichtstärke von 0 - 4 mm etwa 3 cm; von 6 - 10 mm beträgt sie um 4 cm, d. h. P ist um ein Drittel größer geworden. Der Wert für P bei einer Schichtstärke von 5 mm liegt in der Mitte bei 3,5 cm.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß der Wendepunkt zwischen Störung und Nichtstörung des Gestaltcharakters der Affrikate [ts] bei Pb 4 bei einer mittleren Schichtstärke der G. E. von etwa 4,5 mm liegt.

- * Anm.: Der deutsche Buchstabe z entspricht einer Lautgruppe t+s und wird deshalb in phonetischer Umschrift als [ts] wiedergegeben.

Pb 5 TW 10 "Katzenschwanz"

Das erste [t] von "Katzenschwanz" zeigt keine Inscription auf den Sonagrammen. Das erste [s] hat im Ausgangsbefund bei 0 mm einen F von 5 - 8 kHz. Bei den Schichtstärken der G. E. von 1 - 4 mm sinkt die untere Grenze des F auf 3,5 kHz ab. Die obere Grenze bleibt bei 8 kHz bzw. geht darüber hinaus.

Bei den G. E. mit 5 - 10 mm Schichtstärke sinkt die untere Grenze des F bis auf 2,5 kHz ab (Ausnahme: 7 und 9 mm: Hier ist der Gestaltcharakter des [s] sehr stark aufgelöst und die Reste sind noch weiter nach unten gerutscht.).

Der Schwärzungsgrad der Inscription ist auf allen Sonagrammen um eine Stufe von "wenig" zu "mittel" stärker geworden (Ausnahme: 7 und 9 mm).

Das zweite [s] (ein [t] fehlt im Null-Wert und ist nur auf den Sonagrammen der G. E. mit Schichtstärken von 2, 4, 5 und 9 mm, allerdings sehr schwach und uneinheitlich, inscribiert) hat ebenfalls einen F von 5 - 8 kHz im Null-Wert. Dieser wird bei den G. E. mit einer Schichtstärke von 0 - 4 mm in etwa beibehalten; ab 5 mm Schichtstärke sinkt die untere Grenze von F auf 4 kHz ab. Der Schwärzungsgrad der Inscription ist sehr uneinheitlich und kann daher nicht zur Beurteilung herangezogen werden.

TW 11 "Spitzendienst"

Im Null-Wert ist das zweite [t] nur kaum wahrnehmbar sonographiert worden. Der Pb hat [spisəndɪnst] gesprochen. Auf den weiteren Sonogrammen ist das [t] im allgemeinen nur sehrschwach und in seinem Gestaltcharakter sehr verschieden inscribiert worden, so daß auf eine Beschreibung verzichtet werden muß.

Der F von [s] bewegt sich in etwa auf der gleichen Höhe von 3,5 - 8 kHz. Bei den G. E. von 9 mm Schichtstärke sinkt der untere Bereich auf 3 kHz, um beim nächsten G. E. von 10 mm Schichtstärke auf einen Bereich von 3,7 - 5,2 kHz mit sehr geringem Schwärzungsgrad der Inscription zusammenzuschrumpfen.

Bei 6 mm Schichtstärke nähert sich der Laut in seinem Gestaltcharakter dem von 9 mm Schichtstärke.

Mit aller Vorsicht kann bei diesem Laut eine Störgrenze bei einem G. E. von 5 - 6 mm Schichtdicke vermutet werden.

Das zweite [s] im TW zeigt bei den G. E. mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 8 mm Schichtstärke ein Bild, das in seinem Gestaltcharakter dem Ausgangswert ähnelt, wenn auch die untere Grenze des F tiefer liegt und der Schwärzungsgrad der Inscription um eine Stufe von "wenig" zu "mittel" gestiegen ist.

Bei den G. E. mit 7 und 9 mm Schichtdicke ist der F auf mittlere Frequenzen von 3,5 - 6 kHz zusammengeschrumpft bei geringem Schwärzungsgrad der Inscription.

Der F des zweiten[t] zeigt bei den G. E. mit 6 und 7 mm Schichtdicke eine deutliche Schrumpfung, die sich bei 8 mm wieder verliert und dem Nullwert annähert. Bei 9 und 10 mm fehlen die oberen Frequenzen. Es scheint, als seien sie tiefer gesunken.

Der Befund über das TW 11 "Spitzendienst" ist bei Pb 5 so uneinheitlich, daß keine begründeten Folgerungen gezogen werden können. Dagegen kann man bei TW 10 "Katzenschwanz" wohl ebenfalls eine Störgrenze bei etwa 5 mm Schichtdicke des beschriebenen G. E. annehmen.

Insgesamt läßt die optisch-qualitative Auswertung der Sonagramme die Schlußfolgerung zu, daß bei den Pbn 4 und 5 mit den gegebenen G. E. die Störgrenze bei einer Schichtdicke etwas unterhalb von 5 mm liegt.

Die Sonagramme der Pbn 3 - 7 sind nicht optisch-qualitativ beschrieben worden. Hier wurde mehr Gewicht auf die optisch-quantitative Auswertung gelegt. Allerdings sind die sonographierten Laute auditiv und optisch-qualitativ ausgelesen worden (s. o.).

c) Die Ergebnisse der optisch-quantitativen
Methode zur Auswertung der Sonagramme

Die Meßwerte sind in Tabellen zusammengefaßt worden, die beim Verfasser angefordert werden können.

Bei Pb 1 ist lediglich die Frequenzhöhe der Formanten des [i] in TW 1 vermessen worden. Wenn auch die Frequenzanalyse kein typisches Bild eines Überganges von [i] zu [y] ergibt, so wird doch der auditive und optisch-qualitative Befund erhärtet. In T 6 fehlen F_3 und F_4 von [i] und F_2 liegt um etwa 0,3 kHz niedriger als in T 1. Das entspricht den Frequenzen der Formanten des [y].

Zur weiteren Auswertung der Versuchsergebnisse müssen einige Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Um einen besseren Überblick über die Meßwerte und Kriterien für die gestörte Bildung eines Lautes zu erhalten, sind wir wie folgt verfahren:

Als herausragender Änderungswert wurde ein Laut auf den S. mit einem Frequenzbereich von 0 - 8 kHz betrachtet, wenn

F *	um mindestens 2 kHz vom Null-Wert differiert
H	" " 2 kHz " " " "
J	" " eine Stufe vom Null-Wert differiert
P **	" " 50 % " " " "

* Anm.: Diese relativ große Differenz von 25 % des Gesamtfrequenzbereiches ist gewählt worden, weil wir sicher die physiologische Variabilität in der Frequenzhöhe der Laute ausschließen und nur Störungen erfassen wollten.

** Anm.: Da die P. sich im Laufe der Versuche als sehr variabel gezeigt hat, wurde hier ein Änderungswert von 50 % als nötig erachtet.

OP wenn die zeitliche Variante um mehr als 50 % vom Null-Wert differiert und/oder der Schwärzungsgrad der Inscription um mehr als eine Stufe vom Null-Wert differiert.

Das Fehlen eines Lautes in T 2 - T n, sofern er in T 1 (Null-Wert) vorhanden ist, wird immer als herausragender Änderungswert aufgefaßt.

Für die Sonagramme mit einem Frequenzbereich von 0 - 4 kHz gilt das gleiche, außer bei F. und H. Hier wird als Änderungswert die Differenz vom Null-Wert um mindestens 1 kHz angesehen.

Um einen Laut in seiner Gesamtheit als gestört zu betrachten, mußten zwei von vier Kriterien bei Nicht-Explosiv-Lauten und drei von fünf Kriterien bei den Explosivlauten, bei denen eine OP gemessen werden konnte, nach oben genannten Bedingungen verändert sein.

Für jeden der Pbn 3 - 7 haben wir eine Tabelle aufgestellt, aus der das Zahlenverhältnis eines Lautes zwischen der Anzahl seines Vorkommens in unterschiedlicher Lautzusammensetzung in den gemessenen TW, der Gesamtzahl der Messungen eines Lautes in den T (ohne Null-Wert) und der Anzahl der definierten Störungen in allen Versuchen hervorgeht (für Pb 3 z.B. Tab. 3).

War die Anzahl der definierten Störungen geringer als 50 % der Gesamtzahl der Messungen dieses Lautes, so ist er nicht weiter ausgewertet worden *. Betrug die Anzahl der definierten Störungen eines Lautes mehr als 50 %,

* Anm.: Ausnahmen von dieser 50 %-Selektions-Regel sind mit einem * gekennzeichnet

so ist die Störanfälligkeit dieses Lautes in der nächstfolgenden Tabelle in Abhängigkeit von der Versuchsanordnung untersucht worden (für Pb 3 z.B. Tab. 4).

Hier fand eine weitere Auslese statt. Die Störanfälligkeit pro T mußte wiederum 50 % oder mehr betragen (Ausnahmen sind ebenfalls mit * gekennzeichnet), um den Laut in das nachfolgende Diagramm (für Pb 3 z.B. Diagramm 1) aufzunehmen. In diesem Diagramm sind die solcherart ausgelesenen, am häufigsten gestörten Laute in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Lage der künstlichen G. E. am Gaumen verzeichnet. *

ca) Die Ergebnisse der Versuche
nach Testwortlisten A und B

Anhand der gewonnenen Meßwerte sind die sonographierten Laute auf definierte Störungen untersucht worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind wiederum tabellarisch zusammengefaßt (s. S. 82 ff.) worden.

* Anm.: In dieses Diagramm sind die Laute aufgenommen, die bei jeder V. A. eine Störanfälligkeit von mindestens 50 % hatten (ersichtlich aus vorhergehender Tabelle) ohne Berücksichtigung der absoluten Häufigkeit ihres Vorkommens im einzelnen T.

Laut	1	2	3
[n]	1	3	0
[p]	1	3	0
[t]	4	12	8 + *
[d]	2	6	3 +
[ʌ]	1	3	0
[f]	1	3	1
[v]	1	3	0
[s]	4	12	6 +
[z]	3	3	1
[ʃ]	3	5	2
[ʒ]	2	6	4 +
[ʒ]	1	1	0
[ʒ]	1	3	3 +
[t]	2	3	2
[h]	1	2	0

Tab.: 3 Pb 3: Ergebnisse der Messungen mit der
optisch-quantitativen Methode

Legende zu Tab.: 3

In Spalte 1 ist die Anzahl der tatsächlich gesprochenen Laute in verschiedenen TW, von denen Sonagramme angefertigt worden sind, angegeben.

Spalte 2 gibt an, wie oft ein Laut gemessen worden ist. (Der sog. Null-Wert ist nicht berücksichtigt.)

Spalte 3 gibt die Anzahl der definierten Störungen (s. S. 79) an der Gesamtzahl der Messungen ohne Null-Wert an.

- Anm.: Das Pluszeichen bedeutet eine Störanfälligkeit von mindestens 50 % der Anzahl der Messungen. Nur die mit Kreuz versehenen Laute sind in die nächste Tabelle (4) aufgenommen worden.

T	[t]	[d]	[s]	[ʃ]	[ʀ]
3/3	3 4	0 2	2 4	2 2	1 1
3/4	3 4	2 4	2 4	1 2	1 1
3/5	2 4	1 2	2 4	1 2	1 1

Tab.: 4

Pb 3

Das Zahlenverhältnis von gestörter Bildung (Zahl über dem Bruchstrich) zur Gesamtzahl der sonographischen Messungen dieses Lautes (Zahl unter dem Bruchstrich) in Abhängigkeit von der Versuchsanordnung



Diagramm: • 1

Pb 3

Die am häufigsten gestörten Laute in
Abhängigkeit von Schichtdicke und Lage
der künstlichen G. E.

- Anm.: In dieses Diagramm sind nur die Laute aufgenommen,
die pro Versuchsanordnung eine Störanfälligkeit
von mindestens 50 % zeigten (s. Tab. 4), ohne Be-
rücksichtigung der absoluten Zahlen, d. h. der
Häufigkeit des Vorkommens.

Laut	1 *	2 *	3 *
[a]	1	1	0
[e]	1	1	0
[ə]	1	1	0
[ɪ]	1	1	0
[m]	1	4	1
[p]	2	9	4 + *
[t]	11	44	17 + **
[d]	3	9	3
[k]	4	12	4
[g]	2	5	3 +
[v]	1	7	1
[s]	15	52	27 +
[z]	5	16	11 +
[ʃ]	3	15	1
[ʒ]	1	4	0
[ʀ]	3	5	0
[ɪ]	3	6	1
[h]	1	1	0
[pf]	2	9	1

Tab.: 5 Pb 4: Ergebnisse der Messungen mit der
optisch-quantitativen Methode

* Anm.: s. Legende und Anm. zu Tab. 3

** Anm.: Bei [p] und [t] ist von der 50%-Regel
abgewichen

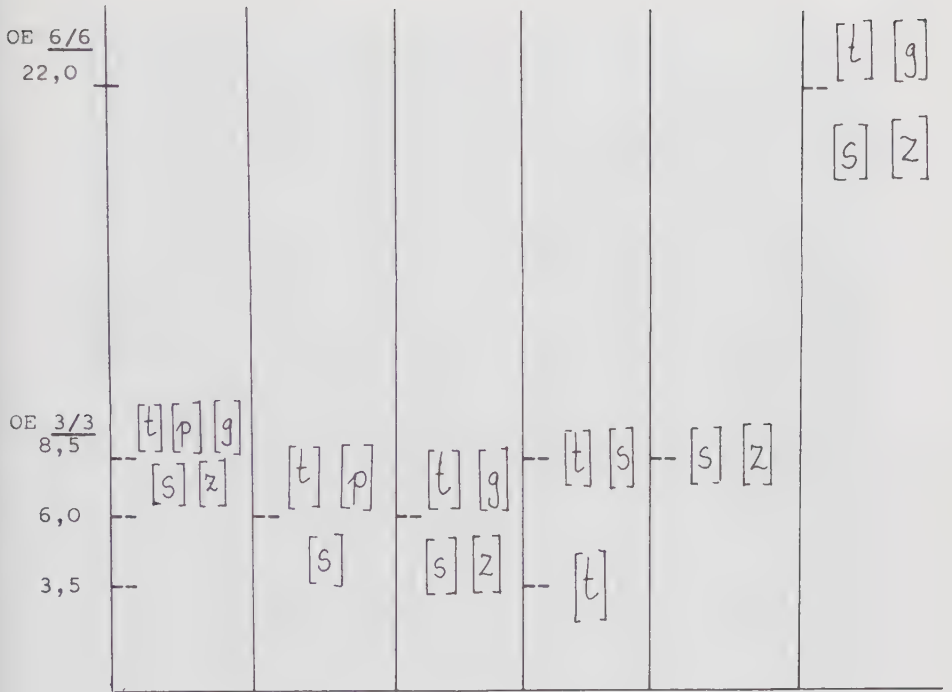
T	[k]	[t]	[s]	[p]	[d]	[g]	[z]
4/2	0 4	1 7	4 10	0 2	0 2	1 2	3 4
4/4	1 2	5 9	5 10	2 2	1 1	0 0	0 0
4/5	1 1	4 5	3 9	0 1	1 2	1 1	1 1
4/6	0 1	3 5	7 10	0 1	1 1	1 1	5 5
4/1 B	1 2	3 5	5 7	1 1	1 1	1 1	1 4
4/2 B	0 1	4 5	1 2	0 1	1 1	0 0	1 4
4/3 B	1 1	3 5	0 5	0 1	0 1	0 0	0 0

Tab.: 6

Pb 4

Das Zahlenverhältnis von gestörter Bildung (Zahl über dem Bruchstrich) zur Gesamtzahl der sonographischen Messungen dieses Lautes (Zahl unter dem Bruchstrich) in Abhängigkeit von der Versuchsanordnung

Schichtstärke in mm



Z 1+1+2 Z 1+ Z 1+ Z 2 Damm 3/3 ges. Gaumen
 Damm 3/3 Damm 3/3 + Damm 3/3
 10 mm
 über OE

T 4/1 B T 4/4 T 4/5 T 4/2 B T 4/2 T 4/6
 (8,5 mm)
 T 4/3 B
 (3,5 mm)

Diagramm: 2

Pb 4

Die am häufigsten gestörten Laute in Abhängigkeit von Schichtdicke und Lage der künstlichen G. E.

Laut	1 *	2 *	3 *
[n]	1	1	0
[p]	1	1	0
[t]	7	23	9
[d]	2	6	5 + *
[k]	2	6	1
[g]	2	3	2 +
[f]	1	5	1
[v]	2	3	1
[s]	7	30	15 +
[z]	4	14	10 +
[ʃ]	3	7	6 +
[ʒ]	1	1	1 - **
[x]	1	1	1 -
[ʀ]	2	3	0
[l]	2	2	1

Tab.: 7 Pb 5: Ergebnisse der Messungen mit der
optisch-quantitativen Methode

* Anm.: s. Legende und Anm. zu Tab. 3

** Anm.: Das Minuszeichen bedeutet, daß dieser Wert
wegen der geringen Anzahl der Messungen nicht
weiter verwendet wird.

T	[d]	[g]	[s]	[z]	[ʃ]
5/2	0 1	1 1	2 2	3 3	1 1
5/3	2 2	0 0	5 5	2 2	3 3
5/1 B	1 1	1 1	3 3	2 2	1 1
5/2 B	1 1	1 1	4 4	2 2	1 1
5/3 B	1 1	0 0	1 1	1 1	0 0

Tab.: 8

Pb 5

Das Zahlenverhältnis von gestörter Bildung (Zahl über dem Bruchstrich) zur Gesamtzahl der sonographischen Messungen dieses Lautes (Zahl unter dem Bruchstrich) in Abhängigkeit von der Versuchsanordnung

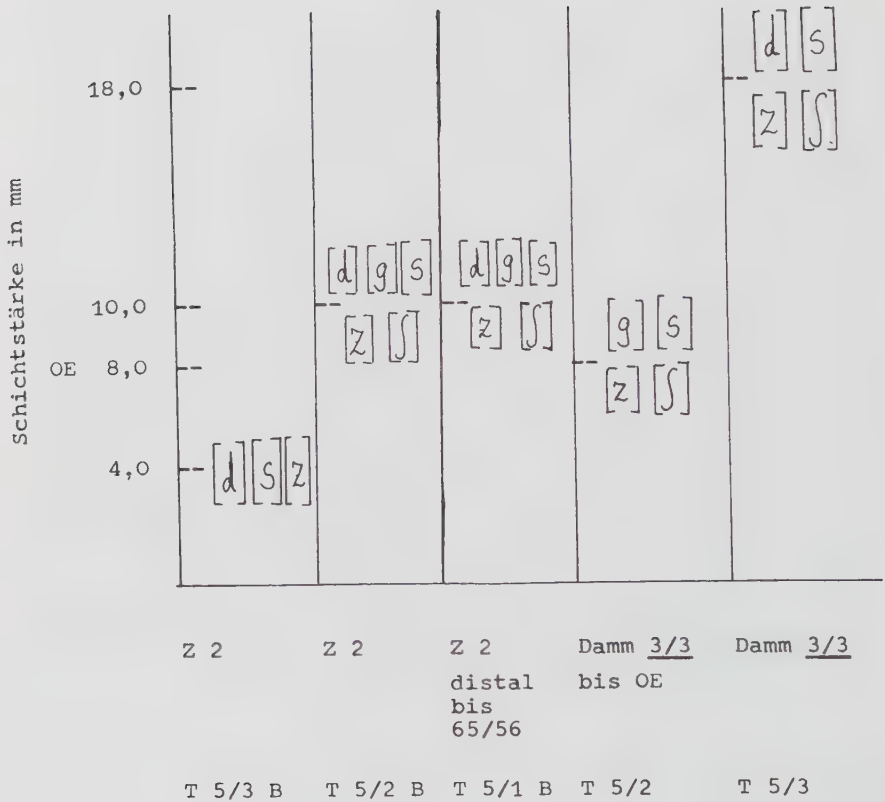


Diagramm: 3

Pb 5

Die am häufigsten gestörten Laute in Abhängigkeit von Schichtdicke und Lage der künstlichen G. E.

Laut	1 *	2 *	3 *
[m]	1	2	0
[p]	2	4	1
[b]	3	3	2 + *
[t]	4	27	4
[d]	2	5	1
[k]	2	9	0
[g]	2	4	2 +
[f]	2	2	1 +
[s]	5	26	3
[z]	0	0	0
[ʃ]	2	11	0
[ʒ]	1	2	0
[R]	1	2	0
[I]	4	6	2

Tab.: 9

Pb 6: Ergebnisse der Messungen mit der
optisch-quantitativen Methode

* Anm.: s. Legende und Anm. zu Tab. 3

T	[b]	[g]	[f]
6/2	0 0	1 2	0 0
6/3	1 1	1 2	0 0
6/4	1 2	0 0	1 1

Tab.:10

Pb 6

Das Zahlenverhältnis von gestörter Bildung (Zahl über dem Bruchstrich) zur Gesamtzahl der sonographischen Messungen dieses Lautes (Zahl unter dem Bruchstrich) in Abhängigkeit von der Versuchsanordnung



Diagramm: 4

Pb 6

Die am häufigsten gestörten Laute in
Abhängigkeit von Schichtdicke und Lage
der künstlichen G. E.

Laut	1 *	2 *	3 *
[n]	1	1	1 - **
[p]	1	3	0
[t]	2	23	7 + */***
[d]	2	8	0
[k]	2	4	1
[g]	2	4	1
[s]	3	27	7 + */***
[ʃ]	2	10	2
[ʒ]	2	4	3 +
[R]	2	4	0
[I]	3	4	0
[h]	1	3	0
[pf]	2	8	0

Tab.: 11

Pb 7: Ergebnisse der Messungen mit der
optisch-quantitativen Methode

* Anm.: s. Legende und Anm. zu Tab. 3

** Anm.: Das Minuszeichen bedeutet, daß dieser Wert
wegen der geringen Anzahl der Messungen
nicht weiter verwendet wird.

*** Anm.: Bei diesen Lauten ist von der 50%-Regel
abgewichen

T	[s]	[t]	[ç]
7/2	1 4	1 4	1 1
7/3	2 6	1 5	0 1
7/4	0 6	1 5	1 1
7/5	2 6	2 5	1 2
7/6	1 4	3 4	0 0

Tab.: 12

Pb 7

Das Zahlenverhältnis von gestörter Bildung (Zahl über dem Bruchstrich) zur Gesamtzahl der sonographischen Messungen dieses Lautes (Zahl unter dem Bruchstrich) in Abhängigkeit von der Versuchsanordnung

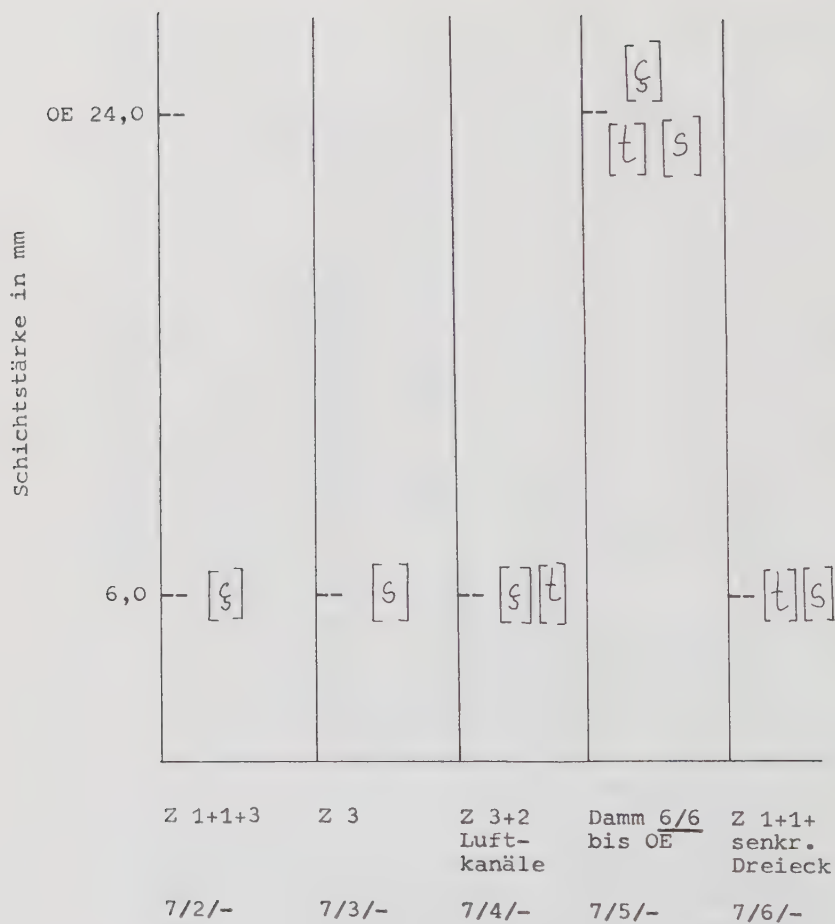


Diagramm: 5

Pb 7

Die am häufigsten gestörten Laute in Abhängigkeit von Schichtdicke und Lage der künstlichen G. E.

cb) Die Ergebnisse der Versuche zur
Bestimmung der Minimalschichtstärke

Wie bereits gesagt, soll die Minimalschichtstärke der G. E. bei gegebener Lage am Gaumen festgestellt werden, bei der gerade noch eine Störung eines oder mehrerer Laute auftritt. In der folgenden Tabelle sind daher die Meßwerte ausgesucht, die bei geringster Schichtstärke den größten oder zumindest einen ausreichend großen Unterschied (mindestens ± 2 kHz) in bezug auf F und H zum Null-Wert zeigen.

Pb	TW	Laut	F	H
4	10	1. [S]	4 - 5 mm	4 mm
		[S]	5 mm	4 mm
		2. [S]	2 mm	5 mm
	11	[S]	3 mm	3 mm
		1. [S]	1 mm	5 mm
		2. [S]	3 mm	5 mm
		2. [t]	5 mm	-
		[S]	4 mm	2 mm
5	10	1. [S]	5 mm	4 mm
		[S]	3 mm	4 mm
		2. [S]	7 mm	2 mm
	11	[S]	4 mm	2 mm
		1. [S]	3 mm	3 mm
		2. [S]	2 mm	1 mm
		2. [t]	6 mm	2 mm
		[S]	4 mm	2 mm

Tab.: 13 zur Bestimmung der Minimalschichtstärken
der G. E. bei den Pbn 4 und 5

Nach der Formel

$$\frac{\sum \text{ der Minimalschichtstärke in mm}}{\text{Anzahl der Einzelwerte}}$$

ist die Minimalschichtstärke für den Pb im LZT
errechnet worden.

Pb 4: 54 : 14 = 3,9

Aufgrund der optisch-quantitativen Auswertung
beträgt die Minimalschichtstärke für den Pb 4
3,9 mm, also etwa 4 mm.

Pb 5: 48 : 14 = 3,4

Aufgrund der optisch-quantitativen Auswertung
beträgt die Minimalschichtstärke für den Pb 5
3,4 mm, also zwischen 3 und 4 mm.

cc) Die Zusammenfassung der Ergebnisse

- Pb 3 Die G. E. von 8 mm Stärke und einer Bedeckung der Gaumenzonen 1 und 2 haben eine verlässliche Störung der Laute [t] , [d] , [s] , [ʃ] , [ʀ] und [I] bewirkt.
- Pb 4 Es fällt auf, daß bei unterschiedlicher Lage und Schichtstärke der G. E. im wesentlichen die Explosiv-Laute [t] , [p] , [g] und die Frikativen [s] und [z] gestört sind.
- Pb 5 Auch bei diesem Pb haben die G. E. vor allem eine Störung der Explosiv-Laute [d] und [g] und der Frikativen [s] , [z] , [ʃ] bewirkt.
- Pb 6 Durch unsere V. A. konnten nur die Explosiv-Laute [b] und [g] und der Frikativ [f] gestört werden.
- Pb 7 Hier ist eine Störung der Frikativen [ʃ] , [s] und des Explosiv-Lautes [t] erreicht worden.

Die Versuche zur Bestimmung der Minimalschichtstärken haben bei 2 Pbn und gegebener V. A. gezeigt, daß eine Schichtstärke von 3 - 4 mm genügt, um den Explosiv-Laut [t] und die Frikativen [s] und [ʃ] zu stören.

IV. Diskussion

1. Diskussion der Ergebnisse der Symmetrie- messungen nach G . K O R K H A U S

Nach H . G . G E R L A C H bedeutet "Symmetrie" ganz allgemein die regelmäßige oder spiegelbildliche Anordnung von Teilen um eine gemeinsame Achse oder an einer Körperebene. "Asymmetrie" bedeutet das Fehlen irgendwelcher Gesetzmäßigkeit des Aufbaues eines Körpers, daran erkenntlich, daß sich keine Achsen oder Ebenen durch den Körper legen lassen.

Nach dieser Definition sind die Gaumen unserer Pbn symmetrisch, da sich die beiden Gaumenhälften links und rechts einer Ebene anordnen, die auf der R. m. senkrecht steht.

Unsere Messungen können somit nur die unterschiedliche Ausprägung der Symmetrie der Gaumenhälften erfassen.

Aufgrund der Meßergebnisse lassen sich unsere Pbn in drei Gruppen einteilen:

Gruppe 1: Bei diesen Pbn (Pbn 4 und 6) ist keine laterale Abweichung der linken und rechten Gaumenhälfte voneinander festzustellen. Man kann sagen, daß es sich um eine vollsymmetrische Ausbildung der beiden Gaumenhälften handelt.

Gruppe 2: Die Pbn dieser Gruppe (Pbn 3 und 7) zeigen eine in der lateralen Dimension um 2 - 3 mm weitere linke Gaumenhälfte. Hier liegt also eine symmetrische Ausbildung der Gaumenhälften mit einem leichten Übergewicht der linken Seite vor.

Gruppe 3: Diese Gruppe umfaßt nur einen Pb (Pb 5).
Bei ihm ist die rechte Gaumenhälfte um
etwa 2 - 4 mm weiter als die linke.
Die rechte Seite hat hier ein leichtes
Übergewicht über die linke.

Wegen der geringen Anzahl der Pbn lassen sich keine
statistischen Aussagen über die Verteilung der drei
Symmetriegruppen in der Bevölkerung machen.

Wir können nur feststellen, daß bei unseren Pbn die
symmetrische Ausbildung der Gaumenhälften einer ge-
wissen Variabilität unterliegt. Man kann von einer
graduell unterschiedlichen symmetrischen Ausbildung
der linken und rechten Gaumenhälfte sprechen, die
noch innerhalb der physiologischen Norm liegt.

Das von H . G . G E R L A C H erwähnte
"kollektiv-asymmetrisch bezeichnete physiologisch
bedeutsame Entwicklungsübergewicht der rechten Schä-
delseite" haben wir nicht bestätigt gefunden, was an
der geringen Zahl der Pbn liegen kann.

2. Diskussion der Ergebnisse der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung

a) Die Ergebnisse der Probanden 1 und 2

Da die Ergebnisse der Untersuchung der Störanfälligkeit von Vokalen bei den Pbn 1 und 2 schon unter B III 2. aa) behandelt worden sind, brauchen wir hier nicht näher darauf einzugehen.

b) Die Ergebnisse der Versuche zur Bestimmung der Minimalschichtstärken

Für die Arbeit an unserem Modell, insbesondere im Hinblick auf den LZT, war es wichtig, eine möglichst geringe Schichtstärke der G. E. zu finden, die noch verlässliche Meßergebnisse lieferte.

Die auditive Auswertung der Versuche mit G. E., die die nach distal verlängerte Z 2 bedeckten, ist bei beiden Pbn eine Minimalschichtstärke von etwa 5 mm. Die Frikativen zeigen sich am störanfälligsten, vor allem die S- und Sch-Laute.

Die optisch-qualitative Auswertung der Sonagramme ergibt ähnliche Ergebnisse. Auch mit dieser Methode ist eine Minimalschichtstärke von etwa 4,5 mm festgestellt worden. Als störanfälligste Laute können die Frikativen [s] und [ʃ] und dazu der Explosiv-Laut [t] genannt werden.

Aufgrund der optisch-quantitativen Methode zur Auswertung der Sonagramme ist eine Minimalschichtstärke von etwa 4 mm für Pb 4 und von 3,4 mm für Pb 5 errechnet worden für die Laute [t], [s] und [ʃ].

Diese Differenz von etwa 1 - 1,5 mm mag daraus erklärt werden, daß die optisch-quantitative Methode trotz aller Vorbehalte (s. B II 2. b) genauere Meßwerte liefert als die auditive und optisch-qualitative Methode.

Vor allem fällt hier die Schwierigkeit fort, für abweichende Werte Benennungen finden zu müssen wie bei der auditiven Methode. Dort muß man das Gehörte wiedergeben, wobei es uns unmöglich erschien, alle Nuancen zu benennen und vor allem auch mit dem Gehör wiederzuerkennen.

Eine Differenz von etwa 1 - 1,5 mm der mit den verschiedenen Methoden gewonnenen Minimalschichtstärken scheint uns noch zulässig zu sein, vor allem, wenn man bedenkt, daß jedes gesprochene Wort eine lautliche Einzelleistung ist, die nicht reproduziert werden kann.

c) Die Ergebnisse der Versuche nach Testwortlisten A und B

Diese Versuche mit den Pbn 3 - 7 sind auditiv und sonographisch mit der optisch-quantitativen Methode ausgewertet worden. Vorrangig haben wir Konsonanten untersucht. Zwei Lautgruppen haben sich als besonders störanfällig gezeigt:

Die Frikativen und die Explosiv-Laute (s. Tab.: 14).

Pb	auditiv	optisch-quantitativ
3	[s] [z] [ʃ] [f]	[t] [d] [s] [ʃ] [tʃ] [l]
4	[s] [z] [ʃ]	[t] [p] [g] [s] [z]
5	[s] [z] [ʃ]	[d] [g] [s] [z] [ʃ]
6	[s] [z] [ʃ]	[b] [g]
7	[s] [z] [ʃ]	[t] [s] [ʃ]

Tab.: 14 Die am häufigsten gestörten Laute, aufgeschlüsselt nach Pbn und der Methode der Auswertung

Bemerkenswert ist, daß eine größere Störanfälligkeit der Explosiv-Laute mit der auditiven Methode nicht festgestellt worden ist. Die Ergebnisse der optisch-quantitativen Auswertung lassen erkennen, daß die Störanfälligkeit der Explosiv-Laute mindestens ebenso groß ist wie die der Frikativen. Während wir vor allem für die Frikativen [s], [z], [ʃ] vom auditiven Eindruck her zwei typische Veränderungen wie die Entlabialisierung zu einer Art lateralem Frikativ und den Sigmatismus festgestellt haben, ist uns Ähnliches für die Explosivlaute nicht gelungen.

Eine mögliche Erklärung man darin liegen, daß die Phona-tionsdauer von Explosiv-Lauten (ohne OP) zu kurz ist, um feinere Veränderungen des Lautes zu hören und zu differenzieren. Durch die zeitlich unabhängige optisch-quantitative Meßmethode können sie jedoch erfaßt werden. Dafür bieten die Pbn 3, 4 und 5 ein Beispiel. Bei Pb 6 sind die Frikativen [s], [z], [ʃ] auditiv gestört, optisch-quantitativ dagegen nicht. Anhand der Sonagramme läßt sich mit der optisch-quantitativen Meßmethode nach unseren Definitionen nur eine Störung der Explosiv-Laute [b] und [g] nachweisen. Möglicherweise haben wir die Differenzwerte für Störungen zu hoch definiert, um die Veränderungen der Frikativen bei diesem Pb zu erfassen. Es fällt auf, daß die lautlichen Veränderungen bei Pb 6 zahlenmäßig geringer sind als bei den anderen Pbn (s. Tab.: 9).

Die ebenfalls geringe Störanfälligkeit der Laute bei Pb 7 kann darauf zurückgeführt werden, daß dieser Pb phonetisch etwas geschult und zu einer besonders schnellen Adaption befähigt ist.

Unsere Versuche haben die Ansicht vieler Autoren

bestätigt, daß die Frikativen zu den Lauten gehören, die sehr leicht gestört werden können. Damit sind sie für unser Modell sehr gut brauchbar.

Auditiv stimmen wir mit G. A R N O L D (s. S. 15) überein, daß es für den T-Laut relativ belanglos ist, ob er mehr vorn oder hinten gebildet wird. Die optisch-quantitative Methode hat allerdings ergeben, daß es nicht belanglos ist, sondern daß auch der T-Laut - ebenso wie die anderen Explosiv-Laute - auf eine Verlagerung ihres Bildungsortes mit einer Veränderung reagieren.

3. Diskussion über den Zusammenhang zwischen den
Ergebnissen der Symmetriemessungen nach
G . K O R K H A U S und den Ergebnissen
der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung

Die Pbn 3 - 7 lassen sich, wie in B IV 1. S. aus-
geführt, aufgrund der Ergebnisse der Symmetriemessungen
nach G . K O R K H A U S in drei Gruppen einteilen.
Den Pbn der einzelnen Gruppen werden die Ergebnisse der
Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung zugeordnet.

Gruppe 1: (vollsymmetrische Ausbildung der Gaumenhälften)

(2 Pbn) Bei Pb 4 sind die Explosiv-Laute [p] , [t] ,
[g] und die Frikativen [s] und [z] am störan-
fälligsten; bei Pb 6 nur die Explosiv-Laute
[b] und [g] .

Gruppe 2: (symmetrische Ausbildung mit Übergewicht
(2 Pbn) der linken Seite)

Die Laute, die am leichtesten gestört werden
können, sind bei

Pb 3: [t] , [d] , [s] , [ʃ] , [ʁ] und [l]
und bei

Pb 7: [t] , [ʃ] , [s] , [ʃ] , wobei die Störan-
fälligkeit von [t] , [s] und [ʃ] relativ gering
ist.

Gruppe 3: (symmetrische Ausbildung mit Übergewicht
(1 Pb) der rechten Seite)

Die Laute [d] , [g] , [s] , [z] und [ʃ] konnten
bei Pb 5 am leichtesten gestört werden.

Nach unserer Ansicht kann aus diesen Befunden keine Korre-
lation zwischen der Störanfälligkeit von Sprechlauten und
einer nicht vollständigen Symmetrie der Gaumenhälften heraus-
gelesen werden. Dies muß einer weiteren Untersuchung in
größerm Umfang mit mehr Pbn überlassen werden. Eine Zahl
von 5 Pbn ist zu gering.

4. Die Gaumeneinsätze für den Langzeittest

Nicht alle G. E., die gute Ergebnisse im Hinblick auf unser Modell ergeben haben, können für den LZT empfohlen werden, da den Pbn ein Tragen dieser G. E. über 14 Tage nicht zugemutet werden kann (s. Protokoll im Anhang).

Aufgrund unserer Untersuchungen empfehlen wir einen G. E., der etwas weiter nach distal reicht als es unserer Z 2 entspricht, also etwa bis zur Mitte der ersten oberen Praemolaren. Diese Art einer künstlichen Verdickung des Gaumens ist von allen Pbn toleriert worden und hat ausreichende und gute Ergebnisse gebracht. Die Schichtstärke des G. E. sollte zwischen etwas weniger als 4 mm und etwas mehr als 8 mm liegen. Es ist ohne weiteres möglich, individuelle Variationen anzubringen.

Für den LZT sollte der G. E. aus Kunststoff hergestellt werden, da Kunststoff formbeständiger gegenüber Temperaturänderungen ist und außerdem den Erfordernissen einer oralen Hygiene entspricht.

5. Die im Langzeittest zu untersuchenden Laute

Anhand der Literaturhinweise ist genügend dargelegt worden, daß sich vor allem die Frikativen wegen ihrer hohen Störanfälligkeit für eine Untersuchung im LZT anbieten.

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Laute muß auch die Meßtechnik berücksichtigt werden. Die von uns verwendete Meßtechnik stellt gewisse Anforderungen an die Laute, die gemessen werden sollen, um Interpretationsschwierigkeiten (s. S. 43) beim Messen der Gestaltcharaktere zu vermeiden.

Die Laute sollten im allgemeinen deutlich und klar von anderen Lauten abgegrenzt sein; Gesamtfrequenz, Hauptfrequenzen, Formanten, Phonationsdauer und Intensität sollten groß genug sein, um Meßfehler und die Schwierigkeiten der "Interpretation" gering zu halten.

Daher scheinen uns die Frikativen, vor allem die Laute [s], [z] und [ʃ] und auch die Explosiv-Laute bestens geeignet.

Unsere eigenen Untersuchungen haben überdies ergeben, daß gerade die Frikativen und die Explosiv-Laute sich verhältnismäßig leicht durch die G. E. stören lassen. Vokale halten wir für ungeeignet.

6. Klinische Nutzanwendung der Versuchsergebnisse

Aufgrund der Untersuchungen kann angenommen werden, daß sich geringfügige Verdickungen der Gaumenschleimhaut, wie sie bei manchen Parodontopathien und auch bei anderen entzündlichen Erkrankungen der Gingiva vorkommen, phonetisch nicht bemerkbar machen. (Ausnahme: Die Gingiva ist schmerzhaft, und daher vermeidet der Patient, die Zunge in diese Region zu bringen, was dann sekundär zu einer gestörten Phonation führen kann.)

Daneben wirken sich geringe Abweichungen in den lateralen Weiten der OK-Hälften nicht auf die Phonation aus.

C. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist ein Teil des Versuches zur Erstellung eines Modelles der Adaptation des menschlichen Kauorgans an geringgradige okklusale Interferenzen von 0,25 mm.

Da die bisherigen Arbeiten von H. SCHNELL und seinen Mitarbeitern J. DEITERMANN, P. GROSSMANN, B. HERZOG, J. REISSIG und H.-D. WERK aus ethischen Gründen wegen evtl. bleibender Schäden auf längstens eine Woche begrenzt waren, haben wir einen anderen Ansatzpunkt für eine Versuchsanordnung gesucht.

Einzelne Teile des Kauorgans und der Sprechwerkzeuge sind identisch, wie z.B. die Zähne und der Gaumen. Statt eines Stressors in Form einer künstlichen okklusalen Interferenz haben wir eine Sprechstörung, von der wir annehmen konnten, daß sie reversibel ist, in Form einer künstlichen, partiellen Verdickung auf der Gaumenschleimhaut gesetzt.

Diese Arbeit soll Art, Lage und Stärke der künstlichen Verdickung für den Langzeitversuch ermitteln.

Daneben haben wir die Symmetrie der Gaumen unserer Probanden mit dem Symmetrographen nach G. KORRHÄUS und einer eigenen Methode anhand von Photographien von Gaumenausgüssen untersucht und uns die Frage gestellt, ob ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Symmetriemessungen und den Ergebnissen der phonetischen Versuche besteht.

Im einzelnen haben wir sieben Probanden unterschiedliche Gaumeneinsätze, die nach Form, Stärke und Lage am Gaumen

variierten, eingegliedert. Die von den Probanden gesprochenen Testwörter sind auf Tonband aufgenommen und mit drei Methoden auf lautliche Veränderungen untersucht worden:

- | | | |
|------------------------|---|---------------|
| 1. auditiv |) | |
| 2. optisch-qualitativ |) | mit Hilfe von |
| 3. optisch-quantitativ |) | Sonagrammen |

Für die Untersuchungsmethoden 2 und 3 sind die im Visible-Speech-Verfahren hergestellten Sonagramme untersucht worden.

Wir kamen zu folgenden Ergebnissen:

1. Vokale sind für den Langzeitversuch ungeeignet, da sie nur sehr schwer in ihrem lautlichen Charakter verändert werden können.
2. Von den Konsonanten lassen sich die S- und Sch-Laute (Frikative) und die K- und G-, P- und B- und T- und D-Laute (Explosiv-Laute) am leichtesten stören und sind damit für unseren Langzeitversuch geeignet.
3. Die Gaumeneinsätze sollten eine Schichtstärke von etwa 4 - 8 mm aufweisen und den Gaumen von den Frontzähnen bis zur Mitte der ersten Praemolaren bedecken.
4. Aufgrund der Symmetriemessungen haben wir die Gaumen der Probanden in drei Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1: voll-symmetrische Ausbildung der Gaumenhälften

Gruppe 2: symmetrische Ausbildung der Gaumenhälften mit größerer transversaler Weite der linken Gaumenhälfte

Gruppe 3: symmetrische Ausbildung der Gaumen-
 hälften mit größerer transversaler
 Weite der rechten Gaumenhälfte.

5. Ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der phonetischen Versuche und den Ergebnissen der Symmetriemessungen scheint uns nicht vorzuliegen.

D. Literaturverzeichnis

- ALLEN, L. Verbesserte Phonetik bei Prothesen.
D. Quintessenz 10, (1959), 6, S. 1-5
- ARNOLD, G. Orthodontie und Sprachheilkunde.
Zschr. Stomatol. (1943), S. 346 - 362
- AUER, W. Die Bedeutung der Zähne für die
Sprachlautbildung.
Med. Diss. Würzburg 1923
- DEITERMANN, J. Untersuchungen über die Wirksamkeit
von Funktionsäquilibrationen in
menschlichen Kauorganen.
Med. Diss. Marburg 1972
- EBERHARDT, H. Zahnsystem und Sprechstörungen.
Med. Diss. Erlangen 1954
- FAHRENKROG, K. Angeborene und erworbene Anomalien
des menschlichen Gebisses als Ur-
sache von Sprachstörungen.
Med. Diss. Berlin 1938
- FUHR, O. Lispeln beim Tragen einer Prothese.
Zahnärztl. Rdsch. (1934), S. 203
- FÖRSTER, HAYO Abhängigkeit der Lautbildung von
Gaumen, Kiefer und Gebiß
Eine phonetische Untersuchung.
Diss. Hamburg 1967, Phil. Fak.

- GERLACH, H. G. Asymmetrien im Gesichtsbereich.
Fortschr. Kieferorthop. 29 (1968), 3/4,
S. 436 - 532
- GROSSMANN, P. Die Veränderung des interokklusalen
Spaltes im Verlaufe einer Woche unter
dem Einfluß von geringgradigen okklusalen
Interferenzen.
Med. Diss. Marburg/L. 1975
- HAUSSER, E. Zur Bedeutung und Veränderung der
Gaumenfalten des Menschen.
Stoma 4 (1951) S. 3
- HATTEMER, W. Zur Frage des Zusammenhangs zwischen
Kiefer- und Zahnstellungsanomalien
und dem Sigmatismus interdentalis.
Österr. Z. Stomatol. (1959), S. 136 - 139
- HEIDEBREDE, G. Zahn- und Kieferanomalien und
falsche S-Lautbildung.
Zahnärztl. Rdsch. (1943), 43, S. 3
- HEINRICH, H. Zahn und Zahnersatz im bewußten und
unbewußten Seelenleben und die Aus-
wirkungen in der Phonetik.
Zahnärztl. Welt u. Rdsch. (1964),
1, 2, 3
- HENSEL, H. Grundbegriffe und neuere Aspekte der
physiologischen Adaptation.
Vortrag Marburg/L. 1974 vor dem
Sonderforschungsbereich 122 der DFG

- HEROLD, E. Experimentalphonetische Untersuchungen über die Bildung des S-Lautes.
Med. Diss. Freiburg i. B. 1935
- HERZOG, B. Die Veränderungen im Bereich der Musculi pterigoidei bei einer Bißsperrung von ungefähr 0,25 mm im Verlaufe einer Woche.
Med. Diss. Marburg/L. 1975
- HILDEBRANDT, G. Reaktive Perioden und Spontanrhythmik. Reports VII. Conference of the Society for Biological Rhythm.,
Siena 1960. Panminerva Medica,
Torino 1962, 74 - 82
- KOBES, LUTZ Betrachtungen und experimentelle Untersuchungen zum Problem der phonetischen Adaptation von totalem und partiellem Zahnersatz sowie Angabe der Konstruktion eines die Bildung der Sprachlaute unterstützenden Zahnersatzes im Oberkiefer.
Med. Diss. Erlangen 1957
- KOBES, LUTZ Die Versorgung von Oberkiefer-Gaumen-defekten auf phonetischem Wege und deren Auswirkung auf die Bildung der Sprachlaute.
Carl Hauser Verlag München 1968
- KORKHAUS, G. New orthodontic symmetrograph.
Int. J. Orthodont. 45 (1959), S. 881

- KROGH-POULSEN, W. Zusammenhänge zwischen Lokalisation von Abrasionsfacetten und Schmerzen in der Kaumuskulatur und deren Bedeutung für Diagnostik und Behandlung.
Österr. Z. Stomatol. (1967), S. 402
- LETTMEYER, L. Die Abnormitäten in der Zahnstellung und ihre Bedeutung für das richtige S.
Dtsch ZMK-Heilkunde (1937) S. 720
- MARTENS, C. u. P. Phonetik der deutschen Sprache.
Max Heber Verlag München 1961
- MARTENS, C. u. P. Deutsche Laute im Bild.
Verlag Hanex Hamburg 1963
- MEHNERT, HERBERT Die Darstellung von Gaumendiagrammen auf photographischem Wege.
Fortschr. 17 (1956), 3.
Kieferorthop.
- MEYER-EPPLER, W. Experimentelle Untersuchungen zum Mechanismus von Stimme und Gehör in der lautsprachlichen Kommunikation.
Forschungsber.d.Wirtsch.- und Verkehrsministeriums Nordrh.-Westf.,
Westd. Verlag Köln 1955
- MÜLLER, M. Über das Lispeln der Prothesenträger.
Dtsch. Zahnärztl. Wschr. (1931) S. 77 -84
- NEUMANN, H. Die Bedeutung der Zähne für die Sprache.
Zahnärztl. Rdsch. (1925) S. 345 - 347

- NOWACK, B. Vergleichende Untersuchungen über die räumlichen Veränderungen des Gaumens nach funktionskiefer-orthopädischer Behandlung der Kieferkompression mit lückiger Protrusion.
Med. Diss. Marburg 1973
- ONDRAČKOVÁ, J. Zur Untersuchung der physiologischen Tätigkeit der Sprechorgane in den supraglottischen Höhlen.
Fol. phoniatr. (1964) S. 161 - 171
- REISSIG, J. Ein Beitrag zur Frage der klinischen Diagnostik von Schmerzen im Bereich der Kaumuskulatur, die durch geringgradige okklusale Interferenzen ausgelöst worden sind.
Med. Diss. Marburg/L. 1973
- STRAUSS, E. Vergleichende Untersuchungen über das Gaumenwachstum bei Kompressionsanomalien in Abhängigkeit zur Kiefer-orthopädischen Therapie.
Med. Diss. Marburg 1970
- STREVEIS, PETER Spectra of Fricative Noise in Human Speech.
Language and Speech, Vol. 3 (1960)
- WÄNGLER, H.-H. Grundriß einer Phonetik des Deutschen mit einer allgem. Einführung in die Phonetik.
N. G. Elwert Verlag Marburg/L. 1960

WERK, HANS-DIETER Untersuchungen zur Adaptation der
Mandibula an okklusale Interferenzen im Verlaufe einer Woche ohne
unnötige Beeinflussung der Probanden.

Med. Diss. Marburg/L. 1972

A n h a n g

Protokolle

der Gaumenzeichnungen nach G. KORKHAUS

	lfd. Nr. der transversalen Gaumenzeichnung	Bemerkungen
Pb 1)		von diesen Pbn sind keine Gaumenzeichnungen
)		angefertigt worden, da sie nur an einem ge-
Pb 2)		ringen Teil der Versuche teilgenommen haben
Pb 3	3.1	v. okklusalem Zentrum <u>4</u> / bis Übergang mes. - mittl. Drit- tel / <u>4</u>
	3.2	ebenso
	3.3	ebenso
	3.4	m. f. <u>6</u> / - o. Z. / <u>6</u>
	3.5	ebenso
	3.6	ebenso
Pb 4	4.1	o. Z. <u>4</u> / - o. Z. / <u>4</u>
	4.2	ebenso
	4.3	ebenso
	4.4	m. F. <u>6</u> / - m. F. / <u>6</u>
	4.5	ebenso
	4.6	ebenso
Pb 5	5.1	o. Z. <u>4</u> / - distales Drittel / <u>4</u>
	5.2	ebenso
	5.3	ebenso
	5.4	m. F. <u>6</u> / - m. F. / <u>6</u> mittl. - dist. Drittel
	5.5	ebenso
	5.6	ebenso

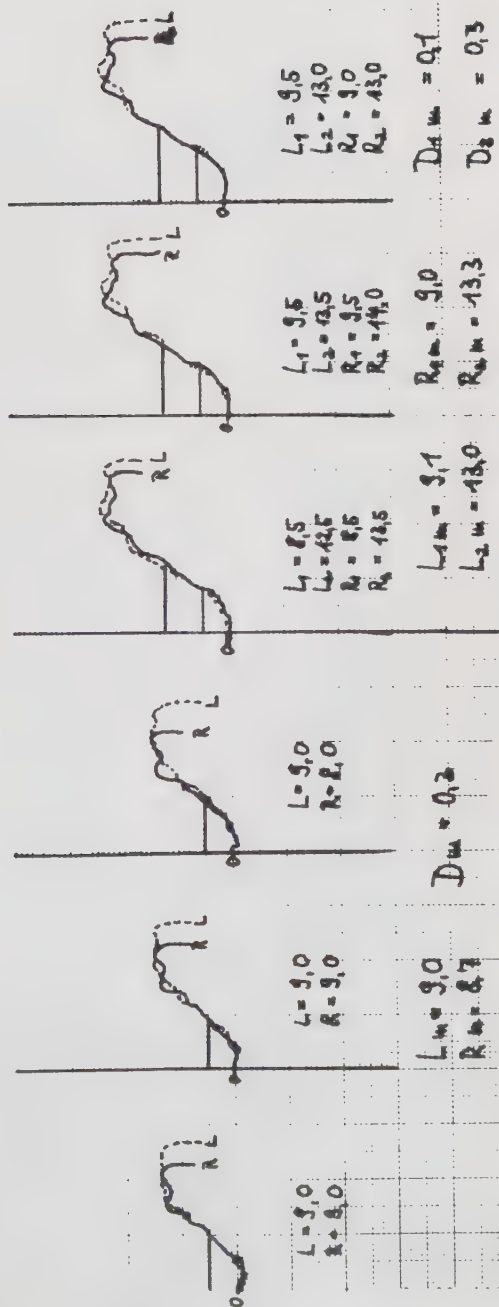
	lfd. Nr. der transversalen Gaumenzeichnung	Bemerkungen
Pb 6	6.1	o. Z. <u>4</u> / - Übergang ^{mes} 1.-2. Drit- tel / <u>6</u>
	6.2	ebenso
	6.3	ebenso
	6.4	m. F. <u>6</u> / - Übergang 1.-2. Drit- tel / <u>7</u>
	6.5	ebenso
	6.6	ebenso
Pb 7	7.1	o. Z. <u>4</u> / - o. Z. / <u>4</u>
	7.2	ebenso
	7.3	ebenso
	7.4	m. F. / <u>6</u> - Mitte der Lücke <u>6</u> /
	7.5	ebenso
	7.6	ebenso

Abb. : Transversale Gaumenkurven nach G. KORKHAUS
von Pb 6 und unsere Umszeichnungen

416



617



Protokoll
der Scheibenschliffe

Bezeichnung der Schliff-Flächen *	Abstand von Po **
3.1	Po
3.2	5 mm distal Po
3.3	10 " " "
3.4	15 " " "
3.5	20 " " "
3.6	25 " " "
4.1	5 " " "
4.2	10 " " "
4.3	15 " " "
4.4	20 " " "
4.5	25 " " "
5.1	5 " " "
5.2	10 " " "
5.3	15 " " "
5.4	20 " " "
5.5	25 " " "
5.6	30 " " "
5.7	35 " " "
5.8	40 " " "

* Anm.: Die erste Ziffer bezeichnet den Pb, die
zweite Ziffer bezeichnet die fortlaufende
Reihenfolge der Schliffe

** Anm.: Po = höchste Erhebung der Papilla incisiva

Bezeichnung der Schliff-Flächen	Abstand von Po
6.1	5 mm distal Po
6.2	10 " " "
6.3	15 " " "
6.4	20 " " "
6.5	25 " " "
6.6	30 " " "
7.1	Po
7.2	2 mm distal Po
7.3	4 " " "
7.4	6 " " "
7.5	8 " " "
7.6	10 " " "
7.7	12 " " "
7.8	14 " " "
7.9	16 " " "
7.10	18 " " "
7.11	23 " " "
7.12	28 " " "
7.13	33 " " "

P r o t o k o l l e

der Versuche zur Beeinflussung der Lautbildung

Versuchsprotokoll

Test	Gestell	Z+Schichtstärke	Toleranz
<u>Pb 1</u>			
TW nach TWL A			
• 1/1/1a, 1b-8a, 8b	-	-	-
1/2/"	0,9 mm	-	sehr gut
1/3/"	0,9 mm	Z 1+1; 4 mm	gut
1/4/" +2xPlüschsofa	0,8 mm	Z 2; 4 mm	gut
1/5/" "	0,8 mm	Z 2+3; 4 mm	gut, schlechter als 1/4/-
1/6/" "	0,9 mm	Z 1+1+2; 4 mm	gut
<u>Pb 2</u>			
TW nach TWL A			
2/1/1-20 + Hefehaufen	-	-	-
2/2/1-20	0,7 mm	Z 2+3; 6 mm	gut
2/3/1-20	0,7 mm	Z 1+1+2; 6 mm	gut
2/4/1-20	0,7 mm	Z 1+1; 6 mm	gut
<u>Pb 3</u>			
TW nach TWL A			
3/1/1-24	-	-	-
3/2/1-24	0,7 mm	-	sehr gut
3/3/1-24	0,7 mm	Z 2; 8 mm	mäßig - gut
3/4/1-24	0,7 mm	Z 1+1; 8 mm	gut
3/5/1-24	0,7 mm	Z 1+1+2; 8 mm	mäßig

* Anm: zur Erklärung der Ziffern siehe S.

Test	Gestell	Z+Schichtstärke	Toleranz
<u>Pb 4</u>			
TW nach TWL A			
4/1/1-24	-	-	-
4/2/1-24	0,7 mm	Damm von <u>3/3</u> bis zur O.E.; 10 mm	kaum
4/3/1-24	0,7 mm	wie 4/2/-	kaum
4/4/1-24	0,7 mm	Z 1; 6 mm und Damm wie 4/2/-	nicht toleriert
4/5/1-24	0,7 mm	Z1; 6 mm und Damm: 20 mm sagittale Breite u. 10 mm über O.E.	nicht toleriert
4/6/1-24	0,7 mm	ges.Gaumen bedeckt bis O.E., Damm wie 4/5/-	nicht toleriert
TW nach TWL B			
4/1B/1-23	0,7 mm	Z 1+1+2; 8,5 mm	gut
4/2B/1-23	0,7 mm	Z 2; 8,5 mm	gut
4/3B/1-23	0,7 mm	Z 2; 3,5 mm	gut
<u>Pb 5</u>			
TW nach TWL A			
5/1/1-24	-	-	-
5/2/1-24	0,7 mm	Damm <u>3/3</u> bis OE sagittale Breite: 10 mm	schlecht
5/3/1-24	0,7 mm	Damm <u>3/3</u> 10 mm über OE, sagittale Breite: 25 mm	abgelehnt
TW nach TWL B			
5/1 B/1-23	0,7 mm	Z 2 verlängert bis 65/56 8 mm	schlecht
5/2 B/1-23	0,7 mm	Z 2, 10 mm	schlecht
5/3 B/1-23	0,7 mm	Z 2, 4 mm	gut

Test	Gestell	Z+Schichtstärke	Toleranz
<u>Pb 6</u>			
TW nach TWL A			
6/1/1-24	-	-	-
6/2/1-24	0,7 mm	Z 1+1+2, 6mm	gut
6/3/1-24	0,7 mm	wie 6/2 und Damm von 8/7; 8 mm sagittale breite: 6 mm	abgelehnt
6/4/1-24	0,7 mm	Z 2, 6 mm	gut
<u>Pb 7</u>			
TW nach TWL A			
7/1/1-24	-	-	-
7/2/1-24	0,7 mm	Z 1+1+2, 6 mm	gut
7/3/1-24	0,7 mm	Z 2; 6 mm	gut
7/4/1-24	0,7 mm	Z 2; 6 mm und sagittale Luft- kanäle 3 mm tief	gut
7/5/1-24	0,7 mm	Damm von <u>6/6</u> bis OE sagittale breite: 15 mm	abgelehnt
7/6/1-24	0,7 mm	Z 1+1, 6 mm und senkrecht auf der R. m. aufge- stelltem wachs- dreieck bis OE	schlecht

Exemplarisches Protokoll der auditiven Auswertung

Pb	T	TW	Zahlwerk-Nr. auf unserem Tonbandgerät	Bemerkungen
4	2	1	244	[ɣdeəIə]
		2		2 x Sigm.; [ə] in "kaputtet" fehlt
		3		Übergang von [l] zu [ɣ]
		4		
		5		
4	2	6		
		7		[ʃ] leichter Sigm.
		8	246	2. [ʃ] leichter Sigm.
		9		[ʃ]
		10	247	[ʃv]
		11		[ʃpɪʃəndɪnʃt] Frikative "speichelig"
4	2	12		Lesefehler wie bei T 4 / 1 / 12
		13	248	
		14		
		15		[ʃ] leichter Sigm. + Entlabialisierung in einem Laut
		16	249	[XS] evtl. gering entlabialisiert
		17		[S]
		18		
4	2	19	250	[ʃ]
		20		[ʃ]
		21		[ʃ]
		22	251	[ʃ] leicht entlabialisiert
		23		alle S-Laute entlabialisiert; Zunge weiter dorsal
		24	252	[ʃ] evtl. Sigm. addentalis; 2. [l] verschluckt

Allgemein: Das Sprechen ist stark gestört; auffallend oft entlabialisierte und auch "speichelige" Bildung der Frikativen; [ʃ] und [ʃ] scheinen ineinander überzugehen und sind nicht exakt trennbar.

Laut	Anzahl des Vor- kommens in TWL A	Nr. der TW
[m]	3	(19,20,22)
[n]	18	(1,1,3,3,9,10,10,11,11,13,17,17,17,18,19,19,21,24)
[p]	2	(4,11)
[b]	5	(3,5,9,14,16)
[t]	25	(2,2,2,3,4,4,4,5,10,10,11,12,12,15,13,14,15,19,19,21,22,22,23,24,24)
[d]	6	(1,11,12,15,16,20)
[k]	6	(2,5,10,16,20,21)
[g]	6	(1,6,8,17,18,18)
[ts]	9	(8,10,10,11,12,12,19,19,22)
[f]	2	(6,9)
[v]	2	(10,24)
[s]	19	(2,2,7,8,9,10,10,11,11,12,12,15,16,17,19,19,22,23,23)
[z]	5	(8,23,23,23,23)
[ʃ]	8	(3,4,5,10,11,19,21,22)
[ʒ]	1	(20)
[x]	1	(4)
[r]	13	(2,5,5,6,7,8,8,12,13,13,18,19,24)
[R]	nur bei Pb 3	
[I]	15	(1,2,4,4,6,7,7,9,9,15,16,16,17,17,20)
[h]	4	(1,7,9,13)
[pf]	3	(2,12,22)

Tab. 15

Vorkommen der untersuchten Laute in der
Festwörterliste A bei den Pbn 3 - 7

laut	Anzahl des Vor- kommens in TWL B	Nr. der TW
[n]	5	(10,10,11,11,18)
[p]	1	(11)
[t]	7	(8,10,10,11,11,12,23)
[d]	4	(1, 1,11,12)
[k]	1	(10)
[g]	3	(8,18,18)
[ts]	5	(10,10,11,12,12)
[v]	1	(10)
[s]	9	(8,10,10,11,11,12,12,23,23)
[z]	4	(8,23,23,23)
[ʃ]	2	(10,11)
[R]	4	(8, 8,12,18)
[I]	1	(1)
[pf]	1	(12)

Tab. 16

Vorkommen der untersuchten Laute in der
Testwörterliste B bei den Pbn 3 - 7

Aufstellung

der TW der Pbn 1 - 7, die aufgrund des auditiven Befundes zum Sonographieren ausgewählt wurden

Pb	Test	Pw
1	1	1a, 2a, 8a
	2	1a, 2a, 8a
	3	1a, 2a, 8a
	4	1b, 8a
	5	1a, 2b, 8a
	6	2a, 8a, 8b
2	1	1, 2, 8
	2	1, 2, 8
	3	1, 2, 8
	4	2, 8
3	1	7, 10, 11, 12, 20, 23
	3	7, 10, 11, 12
	4	10, 11, 12
	5	7, 10, 11, 12, 20, 23

Pb	Test	Th
4	1	1, 2, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 23
	2	1, 2, 10, 11, 12, 17, 18, 20, 23
	4	2, 10, 11, 12, 19, 20
	5	8, 10, 11, 12, 15, 20
	6	7, 8, 10, 11, 12, 20, 23
	1 B	10, 11, 12, 18, "23"
	2 B	8, 10, 11, 12, "23"
	3 B	10, 11, 12
	Schicht- stärke- versuch	elfmal 10 u. 12
5	1	4, 8, 10, 11, 12, 15, 18, 20, 21, 23
	2	8, 10, 11, 12, 20, 23
	3	4, 10, 11, 12, 15, 21, 23
	1 B	10, 11, 12, 18, "23"
	2 B	8, 10, 11, 12, "23"
	3 B	10, 11, 12, "23"
6	1	2, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22
	2	10, 11, 12, 16, 18, 20
	3	9, 10, 11, 12, 16, 18, 20
	4	2, 10, 11, 12, 14, 22

Pb	Test	Tw
7	1	1, 2, 7, 10, 11, 12, 16, 18, 20
	2	10, 11, 12, 20
	3	2, 7, 10, 11, 12, 20
	4	2, 10, 11, 12, 20
	5	2, 7, 10, 11, 12, 16, 18, 20
	6	1, 7, 10, 11, 12

A u f s t e l l u n g
 der nach auditiver Auslese optisch-quantitativ
 untersuchten Laute, gegliedert nach Pbn und TW

Laut	Pb 1	Pb 2
[i]	Tw 1	1
[e]	Tw	1, 1
[ə]	Tw	2, 2
[a]	Tw	1
[a]	Tw	1, 2, 2
[u]	Tw	1, 2
[ɛ]	Tw	8
[o]	Tw	8
[ɔ]	Tw	8

Laut	Pb 3 TW	Pb 4 TW	Pb 5 TW	Pb 6 TW	Pb 7 TW
[m]		20		20	
[n]	10		18		18
[p]	11	2, 11	4	2, 11	2
[b]				9, 14	
[t]	11	2, 2, 11, 15	4, 11, 15, 21	2, 2, 11, 14	2, 11
[d]	11, 12	1, 11, 15	12, 15	12, 16	11, 16
[k]	10	2, 10, 17, 18	10, 21	2, 10	2, 16
[g]		8, 17, 18, 18	8, 18	16, 18	16, 18
[ts]	10, 11, 12	8, 10, 11, 12, 19, 19	10, 10, 12	10, 12, 22	10, 10, 12
[pf]	12	2, 12		2	2, 12
[f]				9, 12, 22	
[v]	10	10	8, 21		
[s]	2, 7, 11, 11, 23, 23, 23	2, 2, 7, 11, 15, 17, 23, 23	11, 15, 23, 23	2, 11	2, 7, 11
[z]	23, 23, 23	8, 23, 23, 23, 23	8, 23, 23, 23		
[ʃ]	10, 11	10, 11, 19	4, 10, 21	10, 11	10, 11
[ʒ]	20	20	20	20	18, 20
[x]			4		
[ʀ]	12				
[R]		7, 8, 18	8, 18	18	7, 18
[I]	7, 20	1, 7, 20	4, 15	9, 9, 16, 16	1, 7, 16
[h]	7	7			7

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor
Dr. H . S C H V E L L für die Überlassung
des Themas und für die freundliche Unterstützung
bei der Durchführung der Arbeit.

Sehr herzlich danke ich Herrn Professor
Dr. J . G O S C H E L für die phonetische
Beratung und Herrn Toningenieur H . H O P F
für die Tonaufnahmen und die Anfertigung der
Sonagramme.

Den Damen R . L O T Z und A . K R E U Z -
B E R G E R danke ich für die Anfertigung der
Photographien.

Herrn Professor
darf ich für die Übernahme des Correferates danken.

L e b e n s l a u f

Am 02. 10. 1945 wurde ich, Dirk Z U M B A N S E N ,
als einziges Kind des Zahnarztes Kurt Zumbansen und
seiner Ehefrau Ruth, geborene Sarhage, in Bielefeld
in Vestfalen geboren.

Nach der Grundschulzeit besuchte ich ab Ostern 1956 den
neusprachlichen Zweig des Ratsgymnasiums in Bielefeld
und bestand dort zu Ostern 1966 das Abitur.

Von 1966 bis 1968 leistete ich zwei Jahre Wehrdienst in
der Bundeswehr ab.

Mit dem Sommersemester 1968 begann ich das Studium der
Zahnmedizin an der Philipps-Universität in Marburg/Lahn.
Zwei Semester später bestand ich die naturwissenschaft-
liche Vorprüfung, nach weiteren drei Semestern die zahn-
ärztliche Vorprüfung und am 16. Juli 1973 das Staats-
examen.

Von August 1973 bis April 1975 war ich als Assistent an
der Universitäts-Zahn-, Mund- und Kiefer-Klinik Marburg
in der Abteilung für Parodontologie tätig.

Seit dem 1. Mai 1975 bin ich in München als Assistent
angestellt.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die
Damen und Herren Professoren und Dozenten:

AMON, AURICH, BERNHARDT,
DEHNEKE, DINROTH, GOEBELL,
GRUBE, HAAN, HENNIS, HERING,
HEUSER, HORT, JANKE, KARL-
SON, KEIL, KOECKE, KORB,
KUHNEL, LEHMANN, MAHR, NIE-
MEYER, NOTH, PANTKE, PETRY,
PFÜTZ, RIECKEN, ROHEN, RO-
SEMANN, RUPEC, SCHIFF,
SCHMIDT, SCHNELL, SEIDEL,
SIEGERT, WALDNER

